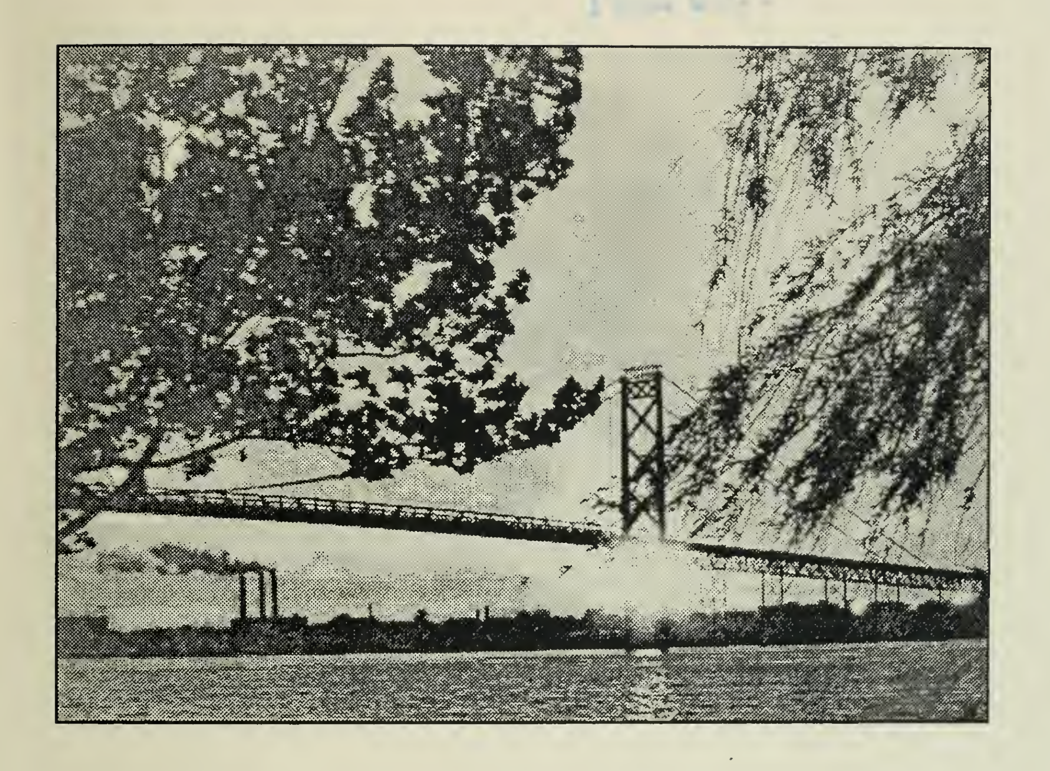


Windsor Air Quality Study
L'étude sur la qualité de l'air de Windsor

Windsor Air Quality Committee | Comité sur la qualité de l'air de Windsor

Rapport sommaire

RAPPORTS DE L'ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LA RÉGION DE WINDSOR

1. *Étude de la qualité de l'air dans la région de Windsor : Rapport sommaire*
2. *Windsor Air Quality Study : Emission Inventory for the Windsor/Detroit Airshed*
3. *Windsor Air Quality Study : Ambient Air Monitoring Activities*
4. *Windsor Air Quality Study : TAGA 6000 Survey Results*
5. *Windsor Air Quality Study : Personal Exposure Survey Results*
6. *Windsor Air Quality Study : Soil and Garden Produce Survey Results*
7. *Windsor Air Quality Study : Mathematical Modelling and Source Apportionment*
8. *Windsor Air Quality Study : Health Effects Assessment*
9. *Étude de la qualité de l'air dans la région de Windsor : Résumé en langage clair*

ISBN 0-7778-3488-X

L'ÉTUDE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR DE WINDSOR

RAPPORT SOMMAIRE

AUTOMNE 1994

This document is also available
in English.

PIBS 3269F



L'ÉTUDE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR DE WINDSOR

RAPPORT SOMMAIRE

Rapport préparé par :

La Direction des sciences et de la technologie
Ministère de l'Environnement et de l'Énergie

Rapport préparé pour :

Le Comité sur la qualité de l'air de Windsor

Table des matières

Liste des figures

Remerciements

Le présent rapport sommaire a été préparé à l'initiative du Dr Maris Lusis, coordonnateur du module scientifique de l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor jusqu'à son départ en octobre 1993. Ce rapport fut achevé par le Dr Walter Chan (coordonnateur actuel), de concert avec MM. Glen Grosse et Dan Orr. La traduction du rapport a été réalisée par le Bureau des services en français du ministère de l'Environnement et de l'Énergie. Nous tenons à exprimer notre vive reconnaissance aux membres du Comité directeur sur la qualité de l'air de Windsor (Helle Tosine [présidente], Jim Janse, Ed Piché et Ivy Wile), à un grand nombre des auteurs des rapports techniques (cf. ci-dessous) et au Dr Denis Corr qui ont accepté de faire une analyse critique du présent rapport.

Ce rapport s'inspire de sept autres rapports rédigés par un grand nombre de chercheurs du ministère de l'Environnement et de l'Énergie : le Dr Nicholas Karellas, M. Andy Ng, M. Simon Wong et M. Peter Wong (Direction de la surveillance environnementale), M. Steve Davies (aujourd'hui à la Direction des services de laboratoire, après avoir été affecté provisoirement à l'ancienne Direction des ressources atmosphériques), M. Ronald Bell, le Dr Robert Bloxam, le Dr Robert Chapman, M. Brian Kruschel, M. Harinder Sahota, M. Mike Spencer et M. Peter Steer (Direction des sciences et de la technologie), M. William Gizyn, les Drs Akos Szakolcai et Roland Weiler (Direction de l'élaboration des normes), ainsi que M. G. Minichini de Frank Schaedlich Consulting Inc. Leur collaboration, absolument indispensable au module scientifique de l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor et à la rédaction du présent rapport, suscite notre plus vive reconnaissance.

Le Comité sur la qualité de l'air de Windsor, groupe multilatéral, se servira des résultats du module scientifique pour recommander des mesures correctrices. Le Comité compte des représentants de la collectivité de Windsor (Mme Donna Beausoleil, M. Timothy Carder, Mme Susan Dufour, M. Chris Hudec, Mme Bernadette Leclair, Mme Helen Mader, M. Bruce Singbrush, M. Maciej Tomczak, Mme Marcia Valiante, Mme Helena Ventrella et M. Mike Walsh); de groupes de citoyens (Alliance environnementale des citoyens – M. Rick Coronado, Sandwich Clean Air Committee – Mme Leona Leveque, et le comité de cyclisme de Windsor – M. Mark Buckner); d'organismes de santé (Association pulmonaire du Michigan – M. Alex Sagady, société médicale du comté d'Essex – Dr Deborah Hellyer, Association pulmonaire – M. Brian Stocks, et Bureau de santé de Windsor-Essex – Dr G.A. Heimann); d'organismes syndicaux (Syndicat national des travailleurs et travailleuses de l'automobile - M. Rob Sheehan et Conseil du travail du district de Windsor - M. Pete Thomas); de l'industrie (Chrysler Canada – M. Paul Hansen, Eco-Analytical Laboratory - Mme Deborah Winsor, Ford du Canada Limitée – M. Rick Martin, Hiram Walker Limited – M. Rick Aldi et Zalev Brothers – Mme Susan Sawyer-Beaulieu); d'établissements d'enseignement et de recherche (Great Lakes Institute – M. Doug Haffner); du gouvernement (Service de planification de la ville de Windsor – M. Bob Hayes, service de lutte contre la pollution de la ville de Windsor – M. Lou Romano, M. Ron Drynan, M. Kit Woods, comté d'Essex – M. Joe Cimer, Environnement Canada – Mme Esther Bobet, ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario – M. Jim Janse, Southeast Michigan Council of Governments – M. Chuck Hersey, et la division de la lutte contre la

pollution atmosphérique du comté de Wayne - M. Rajendra Sinha). L'excellent leadership du président du Comité, M. Jim Janse (et auparavant de M. Doug MacTavish) ainsi que le dévouement des membres du Comité ont joué un rôle déterminant dans le succès de cette étude.

Quoique le volet scientifique de l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor ait été mené sous la direction du ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, plusieurs autres organismes y ont participé :

- Environnement Canada a fourni des données provenant de trois stations de surveillance de la qualité de l'air établies à Windsor et à l'île Walpole, a analysé les échantillons de carbonyle prélevés sur place aux fins des analyses sur l'exposition personnelle type, et a également contribué à dresser l'inventaire des émissions dans le bassin atmosphérique Windsor-Détroit.

- La préparation de l'inventaire des émissions a été en grande partie confiée en sous-traitance à trois sociétés d'experts-conseils : CW Environmental Inc., Envirometrex et Engineering Science, Inc.

- L'inventaire des émissions n'aurait jamais vu le jour sans la collaboration des industries de la région, trop nombreuses pour être citées ici, de la division de la lutte contre la pollution atmosphérique du comté de Wayne et du ministère des ressources naturelles du Michigan.

- Ces organismes américains ont également fourni des données relatives à la surveillance de l'air ambiant dans la région de Détroit. Roy F. Weston, Inc. a fourni des données ayant trait à la surveillance dont la collecte avait été confiée à la Greater Detroit Resource Recovery Authority.

- Le Bureau de santé de Windsor-Essex et l'Association pulmonaire de Windsor ont apporté une aide très précieuse dans la réalisation du programme d'évaluation de l'exposition humaine.

Sommaire des principaux résultats

Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario, en collaboration avec le Comité sur la qualité de l'air de Windsor, a mené une étude poussée des substances toxiques aéroportées dans la région de Windsor. Cette étude avait pour objectif final de diminuer l'exposition des résidents de Windsor aux substances chimiques toxiques aéroportées, en faisant participer la collectivité au processus décisionnel concernant son propre bassin atmosphérique et ce, de la manière la plus rentable possible. Cette étude comprend les deux volets suivants : les enquêtes scientifiques et les mesures correctrices. Le premier volet a été confié au ministère de l'Environnement et de l'Énergie, tandis que le Comité sur la qualité de l'air de Windsor (groupe multilatéral local) a pour mandat de recommander, au cours des prochains mois, des mesures correctrices rentables.

La plupart des enquêtes sur le terrain ont été menées entre juin 1991 et mars 1993. Le présent rapport comprend un sommaire des principaux résultats du module scientifique. Une explication moins technique de ces résultats est fournie dans le rapport intitulé **L'Étude sur la la qualité de l'air de Windsor : Résumé en langage clair**. Le Comité sur la qualité de l'air de Windsor s'inspirera de ces résultats pour formuler ses recommandations.

Les travaux scientifiques comprenaient la collecte de données (émissions, surveillance de l'air ambiant, exposition humaine, étude des sols et des cultures), et l'utilisation de certains instruments scientifiques (modélisation mathématique et analyse des risques) en vue de définir la situation des substances toxiques aéroportées dans la région de Windsor. La répartition des sources basée sur le modèle mathématique et l'évaluation des effets sur la santé ont été faites à l'aide des données concernant la surveillance et les émissions, qui avaient été recueillies en même temps que l'information sur les risques pour la santé.

Trois questions présentent un intérêt particulier : 1) Quels sont les polluants atmosphériques préoccupants dans la région de Windsor? 2) Quel risque comporte l'exposition à ces substances chimiques? 3) Quelles sont la source et la quantité d'émissions de ces polluants?

À partir de la première liste d'objectifs, dix composés ont été retenus aux fins d'une modélisation en profondeur et d'une étude des effets sur la santé dans l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor. Ces composés se divisent en quatre catégories : métaux (cadmium, chrome(VI) et mercure); composés organiques volatils (COV : benzène, butadiène-1,3, tétrachlorure de carbone, dichlorobenzène-1,4 et formaldéhyde); hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP, y compris le benzo(a)pyrène); composés organiques semi-volatils (COSV, en particulier les dioxines et les furannes). Quoique les résultats présentés ci-après portent sur ces dix composés, ils ont plus particulièrement trait aux six polluants évalués comme présentant des risques potentiels plus élevés dans la région de Windsor et pour lesquelles on peut établir une répartition des sources. L'information concernant les sources de ces six polluants dans l'atmosphère de la région de Windsor est résumée sous forme de tableau à la fin du présent sommaire.

Polluants d'importance

- Environnements extérieurs :

  - Selon les estimations faites du risque potentiel de cancer que présente l'inhalation d'air atmosphérique à long terme dans la région de Windsor, les polluants suivants sont source d'inquiétude (en ordre décroissant) : chrome(VI), benzène, butadiène-1,3, hydrocarbures aromatiques polycycliques[1] (les HAP, notamment le benzo(a)pyrène (B(a)P)), le tétrachlorure de carbone, le cadmium et le dichlorobenzène-1,4[2].

  - Les polluants atmosphériques qui sont susceptibles d'aggraver les effets à long terme sur la santé autres que le cancer sont les suivants : formaldéhyde, chrome(VI) et cadmium.

- Environnements intérieurs :

  - Selon les estimations faites du risque de cancer chez les non-fumeurs, voici les polluants de l'atmosphère intérieure qui sont sources d'inquiétude : butadiène-1,3, benzène, chrome(VI), tétrachlorure de carbone, HAP, formaldéhyde, cadmium et dichlorobenzène-1,4.

  - Les polluants qui sont susceptibles de présenter des risques d'origine non cancéreuse pour les non-fumeurs sont les suivants : formaldéhyde, tétrachlorure de carbone, butadiène-1,3 et chrome(VI).

- Usage du tabac :

  - L'usage du tabac augmente, chez le fumeur, l'absorption de benzène, de butadiène-1,3, de formaldéhyde, de cadmium, de chrome, de HAP, ainsi que de dioxines et de furannes.

---

[1] La répartition des sources ne portait que sur le B(a)P, puisqu'on ne connaissait que les émissions de B(a)P. L'évaluation des effets sur la santé portait sur l'éventail complet des risques, allant des B(a)P aux « HAP cancérogènes ». La répartition des sources, basée sur les B(a)P, est censée s'appliquer à tous les HAP.

[2] La classification du dichlorobenzène-1,4 comme agent cancérogène a été récemment supprimée de l'Integrated Risk Information System (IRIS), base de données de l'EPA américaine, et les risques d'origine cancéreuse calculés n'ont donc peut-être aucune portée. De même, en l'absence d'information sur les émissions concernant Détroit, il était impossible de procéder à la répartition des sources pour ce composé.

Risques

- Les risques découlant d'une exposition directe à l'atmosphère extérieure sont sensiblement moindres que ceux qu'entraîne une exposition à l'atmosphère intérieure.

- L'usage du tabac (y compris la fumée des autres) et les émanations propres au milieu domestique et au lieu de travail aggravent fortement les risques liés à l'exposition aux atmosphères intérieures.

- En général, l'inhalation est une voie beaucoup plus susceptible d'aggraver les risques pour la santé que l'ingestion ou la voie percutanée en ce qui concerne les composés-cibles ayant fait l'objet de recherches dans le cadre de cette étude.

- L'ingestion était une des principales voies d'exposition (en absorption totale et non en risques pour la santé) au formaldéhyde, au cadmium, au chrome(VI), aux dioxines et furannes, et au mercure. Par voie d'ingestion, les hydrocarbures aromatiques polycycliques peuvent présenter un faible risque pour la santé.

- L'exposition au butadiène-1,3 est beaucoup plus forte par inhalation que par ingestion ou par absorption percutanée.

- Une analyse restreinte a révélé que, pour le benzène, le cadmium, le chrome et le formaldéhyde, l'ingestion et l'exposition par voie percutanée posent très peu de risques d'affections cancéreuses ou non cancéreuses.

- Selon les données actuelles de la surveillance des dioxines et des furannes, la somme des expositions par toutes les voies est inférieure à 25 p. 100 de l'absorption quotidienne tolérable, et il est donc improbable que ces composés aient des effets à long terme sur la santé. Dans le cas du mercure, les expositions par voie d'inhalation ou d'ingestion se chiffrent respectivement à moins de 10 p. 100 et à environ 50 p. 100 des limites admissibles en matière d'exposition chronique, ce qui porte à croire que le mercure ne présente probablement pas de risques à long terme pour la santé dans la région de Windsor. Toutefois, en raison de la persistance de ces substances dans l'environnement et du fait qu'elles s'accumulent dans la chaîne alimentaire, leur rejet devrait être réduit au minimum pour prévenir les risques d'exposition humaine.

- On estime à entre 5×10^{-5} et $9,4 \times 10^{-4}$ la somme des risques liés aux polluants de l'air extérieur, résultat qui corrobore ceux qu'on a mesurés dans d'autres centres urbains des États-Unis (9×10^{-5} et 5×10^{-3}). Aucune étude du bassin atmosphérique urbain canadien n'existe aux fins de cette comparaison.

Sources de pollution

- Dans la région de Windsor, les émissions de polluants atmosphériques atteignent entre 82 g/an pour les dioxines et 140 000 kg/an pour le benzène. Parmi les polluants figurant dans l'inventaire, environ 74 p. 100 des émissions de Windsor proviennent de sources étendues (ex. : circulation automobile, combustibles résidentiels et commerciaux, petites exploitations industrielles).

- L'apport de polluants de la région de Détroit est d'environ 58 p. 100 pour le cadmium, 65 p. 100 pour le chrome, 67 p. 100 pour le B(a)P, 67 p. 100 pour le benzène, et 76 p. 100 pour le butadiène-1,3.

- On attribue principalement aux sources étendues de Windsor et de Détroit, en particulier les sources de combustion de combustibles et les émissions automobiles, les concentrations au niveau du sol de benzène (84 p. 100), de butadiène-1,3 (96 p. 100) et de B(a)P (99 p. 100) à Windsor.

- Quant au benzo(a)pyrène, le seul composé mesuré à Windsor qui dépasse la limite ontarienne établie pour cette substance, environ 67 p. 100 de sa concentration au niveau du sol provient de sources américaines. Le reste provient des véhicules (12 p. 100) et des poêles à bois (21 p. 100) de la région de Windsor.

- On attribue principalement aux sources ponctuelles – industrie de l'acier à Détroit (50 p. 100) et secteur de la construction automobile à Windsor (16 p. 100) – les concentrations de chrome au niveau du sol à Windsor.

- La poussière de la route de Windsor et de Détroit, le secteur de la construction automobile à Windsor, et l'industrie de l'acier à Détroit contribuent aux concentrations de cadmium au niveau du sol dans la région de Windsor à raison de 35 p. 100, 27 p. 100 et 13 p. 100, respectivement.

- Les réactions photochimiques et le transport à grande distance des polluants atmosphériques sont la source principale de formaldéhyde au niveau du sol à Windsor.

- Le tétrachlorure de carbone provient surtout du transport à grande distance.

- La concentration de benzo(a)pyrène dans l'air ambiant était plus élevée avant la période de surveillance intensive de l'étude. Les fours à coke de la région de Détroit n'étaient pas en exploitation pendant presque toute la durée de l'étude. La modélisation de la dispersion a révélé que les fours à coke modernisés de Détroit, qui ont été remis en service à la fin de 1992, étaient une source minime de B(a)P dans l'air ambiant de Windsor.

- Le nord-ouest de Windsor présente les concentrations les plus élevées de butadiène-1,3 et de B(a)P, tandis que le centre-nord de Windsor présente les concentrations les plus élevées

de benzène, de chrome et de cadmium, ce qui reflète la répartition des sources locales, où domine le secteur de la construction automobile.

Le tableau suivant présente six des polluants les plus souvent associés à des risques élevés de cancer ou d'autres maladies dans la région de Windsor. Ce tableau résume également la contribution relative des sources d'émission de ces substances chimiques dans l'air ambiant de Windsor.

POLLUANTS PRÉSENTANT UN RISQUE POUR LA SANTÉ : CONTRIBUTION, EN POURCENTAGE, DES SOURCES D'ÉMISSION DE CES SUBSTANCES DANS L'AIR AMBIANT*

	Cd	Cr	B(a)P	C_6H_6	C_4H_6	CH_20**
SOURCES DE WINDSOR						
Construction automobile	27	16	-	8	-	-
Aciéries et fonderies de fer	-	1	-	-	-	-
Sources mobiles	-	2	12	17	16	7
Services publics et combustion de combustibles	-	7	21	3	-	1
Autres sources ponctuelles	2	9	-	2	-	-
Autres sources étendues	13	-	-	3	8	-
SOURCES DE DÉTROIT						
Construction automobile	3	1	-	1	1	-
Aciéries et fonderies de fer	13	50	-	2	-	-
Sources mobiles	-	-	44	31	45	7
Services publics et autre combustion de carburants	-	3	22	6	-	-
Autres sources ponctuelles	6	10	1	3	3	7
Autres sources étendues	36	1	-	24	27	3
% total	100	100	100	100	100	25

* Cd = cadmium; Cr = chrome; B(a)P = benzo(a)pyrène; C_6H_6 = benzène; C_4H_6 = butadiène-1,3; CH_2O = formaldéhyde

** Les réactions photochimiques et le transport à grande distance des polluants atmosphériques sont la source principale de formaldéhyde au niveau du sol dans la région de Windsor, d'où une contribution totale de 25 % seulement des sources de Windsor et de Détroit.

1. Objectifs et description de l'étude

1.1 Contexte : Pourquoi Windsor?

Le concept de l'étude approfondie des bassins atmosphériques urbains en Ontario visant à définir les polluants toxiques à effets chroniques est né à la fin des années 80. On s'inquiétait de plus en plus dans la province des effets que pouvaient avoir sur la santé les substances toxiques en suspension dans l'air, notamment les métaux à l'état de traces portés par des particules et les composés organiques volatils et semi-volatils. L'exposition prolongée à ces substances persistantes et dangereuses risque d'entraîner un vaste éventail d'effets néfastes sur la santé. On connaît le pouvoir cancérogène d'une grand nombre de ces substances et on le soupçonne chez de nombreuses autres.

Les données recueillies grâce aux programmes d'évaluation des substances toxiques tels que le US National Toxic Release Inventory sont venues alimenter ces inquiétudes. Cette étude a révélé que plus d'un million de tonnes de substances toxiques par an s'échappaient dans l'atmosphère aux États-Unis. Le programme américain de surveillance des substances toxiques urbaines, en cours depuis le milieu des années 80, a révélé la présence, dans les environnements urbains, de nombreux agents cancérogènes connus et soupçonnés. Des analyses des risques portant sur les substances toxiques aéroportées avaient été effectuées dans un grand nombre de villes américaines qui étaient de même taille et de même nature industrielle que les milieux urbains de l'Ontario.

La qualité de l'air à Windsor faisait déjà l'objet d'études depuis les années 40. La surveillance des divers polluants atmosphériques dans le bassin d'air de Windsor, tels que les particules en suspension, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et l'ozone était routinière depuis plus de deux décennies. La crainte des substances toxiques aéroportées s'est intensifiée dans la région à la fin de 1986 avec la construction de l'incinérateur de déchets de la Greater Detroit Resource Recovery Authority (GDRRA), à Détroit. L'incinérateur de la GDRRA devait normalement être une source importante d'émissions de mercure, de dibenzofurannes et de dibenzodioxines chlorés (dioxines et furannes). En outre, plusieurs évaluations des risques menées aux États-Unis avaient défini les aciéries comme une source particulièrement importante d'émissions de substances toxiques aéroportées. Comme la ville de Windsor est située dans la direction des vents dominants par rapport aux aciéries de Détroit et de l'incinérateur de la GDRRA, les motifs d'inquiétude se sont amplifiés.

En décembre 1990, le comité consultatif sur la qualité de l'air dans le couloir Détroit-Windsor et Port-Huron-Sarnia de la Commission mixte internationale publiait un rapport qui concluait que les données étaient suffisantes pour affirmer que le problème de santé publique dans le bassin atmosphérique était réel et exigeait l'adoption de mesures de lutte antipollution supplémentaires. Ce rapport recommandait également qu'un programme global de surveillance des substances toxiques aéroportées soit élaboré et mis en oeuvre dans la région, que la base de données de l'inventaire des émissions soit augmentée, et que les mesures réglementaires tiennent compte des autres voies d'exposition aux polluants

atmosphériques, dont l'ingestion par la nourriture et l'eau.

Pour améliorer la qualité de l'air, le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario a entrepris une étude approfondie des substances toxiques aéroportées dans la région de Windsor. L'objectif final de cette étude consiste à diminuer l'exposition des habitants de Windsor aux substances toxiques aéroportées et ce, en faisant participer la collectivité au processus décisionnel concernant son propre bassin atmosphérique.

1.2 *Objectifs*

Par l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor on cherche à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les substances toxiques aéroportées qui pourraient être source d'inquiétude?
- Quelles sont les concentrations des substances toxiques aéroportées dans le bassin atmosphérique?
- Quelles sont les principales sources de substances chimiques préoccupantes?
- Quelles sont les principales voies d'exposition aux substances chimiques préoccupantes?
- Quels sont les risques pour la santé des habitants de Windsor résultant de l'exposition aux substances toxiques aéroportées?

Les réponses à ces questions ont été obtenues par la voie d'enquêtes scientifiques menées entre juin 1991 et mars 1993. Dans le cadre des enquêtes on a fait un inventaire détaillé des taux d'émission de polluants dans le bassin atmosphérique de Windsor-Détroit, élaboré un programme intensif de surveillance, et effectué une analyse des données à l'aide de modèles mathématiques et d'informations sur les effets sur la santé. Les résultats de cette étude seront communiqués à la collectivité dans le cadre des travaux du Comité sur la qualité de l'air de Windsor, dont le mandat est de recommander des moyens rentables d'appliquer des mesures correctrices.

L'Étude sur la qualité de l'air de Windsor portait essentiellement sur les substances qui présentent des risques élevés et qui entraînent des effets chroniques sur la santé. À l'origine, un grand nombre de polluants avaient été choisis dans le cadre de l'étude, à la lumière de l'information sur la toxicité chronique, de l'étude des résultats d'autres enquêtes, ainsi que de l'information sur les polluants du bassin atmosphérique de Windsor. Au cours de l'étude, d'autres informations sur les polluants atmosphériques et les émissions ont été recueillies et la liste des polluants ciblés a été révisée en conséquence.

Dix substances ont été ciblées pour la modélisation et pour l'étude des effets sur la santé. Elles ont été choisies pour leur risque pour la santé, leur bioaccumulation, leur persistance dans l'environnement et leur toxicité. Ces substances sont énumérées dans le tableau 1.2.1. Dans les autres tableaux du présent rapport, le nom de ces substances figure dans des cases ombrées. D'autres substances chimiques d'importance secondaire ont été mesurées et font l'objet

d'autres rapports. Cette étude ne tient pas compte des polluants qui entraînent des effets aigus, tels que l'ozone, le dioxyde de soufre ou le monoxyde de carbone. Ils sont l'objet d'autres programmes du Ministère et sont régulièrement mentionnés dans l'Indice de la qualité de l'air diffusé quotidiennement par le Ministère ainsi que dans le Rapport annuel sur la qualité de l'air en Ontario. Pour obtenir de plus amples renseignements, prière de communiquer avec le Centre d'information du Ministère, au 135, avenue St. Clair ouest, Toronto (Ontario) M4V 1P5; tél. : (416) 323-4321.

Tableau 1.2.1 :

Étude sur la qualité de l'air de Windsor : matières polluantes ciblées en vue d'une modélisation détaillée et d'une étude des effets sur la santé.

Groupe chimique	Substance
Métaux	Cadmium Chrome (VI) Mercure
Composés organiques volatils (COV)	Benzène Butadiène-1,3 Tétrachlorure de carbone Dichlorobenzène-1,4 Formaldéhyde
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Benzo(a)pyrène
Composés organiques semi-volatils (COSV)	Dioxines Furannes

2. Contexte de l'étude

L'Étude sur la qualité de l'air de Windsor porte autant sur la compréhension du problème des polluants atmosphériques toxiques dans la région de Windsor que sur l'élaboration d'une stratégie de dépollution. La figure 2.1 illustre les composantes du module des études scientifiques et du module des mesures correctrices et le lien qui existe entre les deux.

Le premier module consiste en une série d'études approfondies menées par le ministère de l'Environnement et de l'Énergie. Ce module scientifique comporte plusieurs volets : 1) inventaire des émissions; 2) surveillance de l'air ambiant à une station fixe; 3) surveillance de l'air ambiant à une station mobile; 4) mesures de l'exposition humaine; 5) étude des sols et des produits agricoles; 6) modélisation mathématique; 7) évaluation des effets sur la santé. Les données ayant trait aux émissions et à la surveillance de l'air ambiant sont destinées à la modélisation, dont le but est de définir et de répartir les sources de pollution dans la région de Windsor. L'évaluation des risques pour la santé tient compte des données ayant trait à la surveillance de l'air ambiant, à l'exposition humaine, aux sols et à la végétation, ainsi qu'à la toxicologie et aux dangers potentiels. Ces données permettent de déterminer les substances chimiques et les voies d'exposition qui présentent un risque pour la population de Windsor.

Quant au second module, il correspond aux mesures correctrices préconisées par le Comité sur la qualité de l'air de Windsor. Ce comité est une tribune multilatérale qui compte des représentants des gouvernements (le Ministère, Environnement Canada et la

Ville de Windsor), du Bureau de santé de Windsor-Essex, des groupes locaux de protection de l'environnement, de l'industrie et des établissements d'enseignement, ainsi que du Southeast Michigan Council of Governments. Des groupes de travail ont été formés pour étudier les sujets suivants : 1) pollution transfrontalière; 2) sources ponctuelles - contrôles réglementaires; 3) sources ponctuelles - contrôles facultatifs; 4) transport; 5) communications et sensibilisation du public. Le comité se servira des données issues de ces enquêtes scientifiques pour recommander des mesures correctrices abordables permettant de réduire les dangers associés à l'exposition aux polluants atmosphériques toxiques dans la région de Windsor. On trouvera à la figure 2.2 une carte de la région de Windsor.

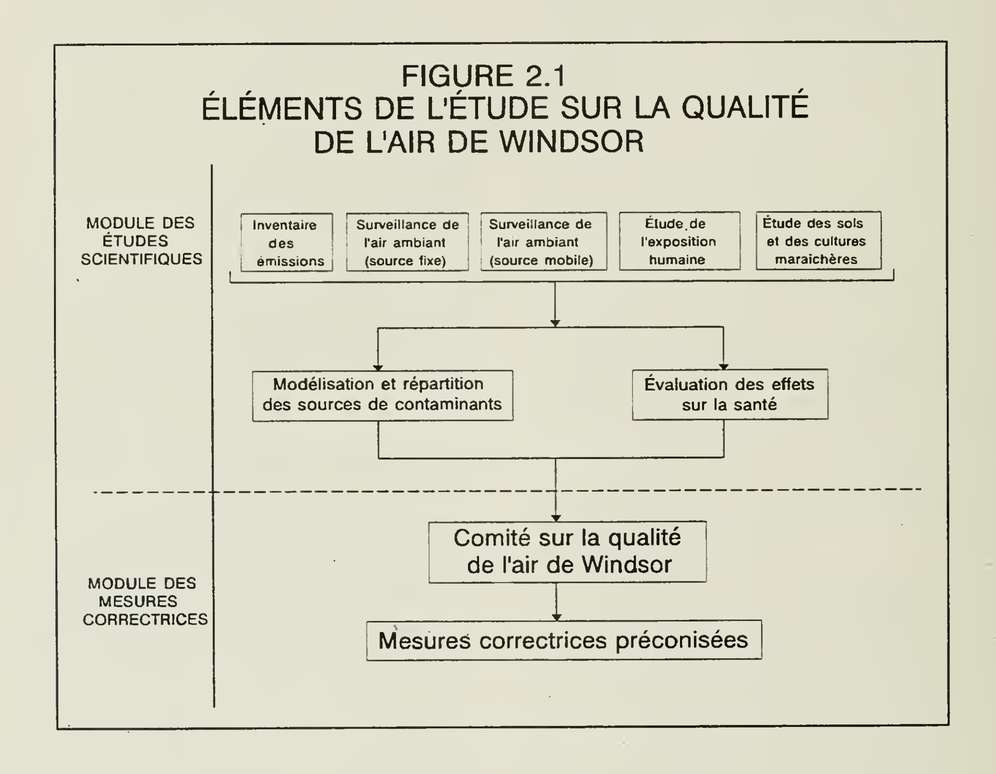
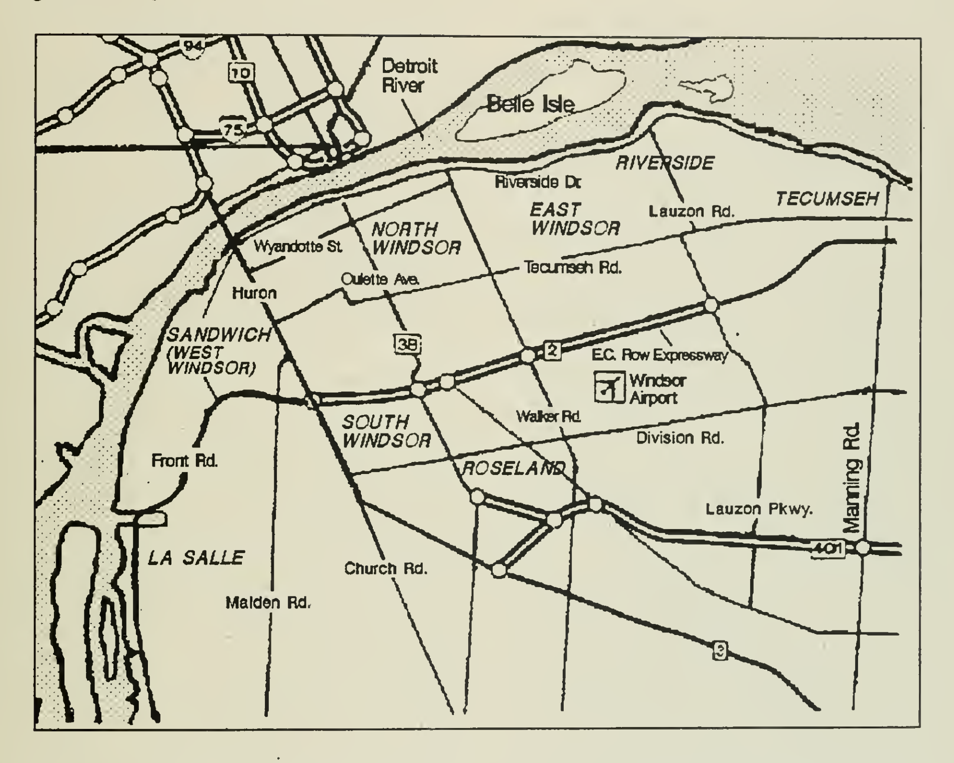


Figure 2.2 : Quartiers de Windsor



Les noms de quartiers figurant ci-dessus ont été tirés d'une carte MapArt de la ville de Windsor, Copyright 1988 MapArt Corporation. La région appelée « North Windsor » comprend les quartiers de Walkerville, Windsor-Centre et le centre-sud de Windsor.

3. Éléments de l'étude et sommaires des résultats

3.1 Inventaire des émissions

Un inventaire complet des émissions de substances toxiques aéroportées dans le bassin atmosphérique de Windsor-Détroit a été dressé en appliquant les méthodes adoptées par Environnement Canada et l'EPA américaine.

Les émissions de sources ponctuelles (c.-à-d. des principales sources industrielles) et de sources étendues (ex. : circulation automobile, combustibles résidentiels et commerciaux, et petites exploitations industrielles) ont été répertoriées pour la région transfrontalière Ontario-Michigan qui couvre une superficie d'environ treize mille kilomètres carrés. C'est une région où les activités industrielles sont concentrées et où la densité de population est élevée. Du côté ontarien de la région étudiée, un inventaire d'émissions des trois comtés (Essex, Kent et Lambton) a été dressé. Quant aux sources répertoriées du côté du Michigan, dans la région de Détroit - Port Huron, elles correspondaient à sept comtés (Lapeer, St. Clair, Oakland, Macomb, Washtenaw, Wayne et Monroe).

Dans la région métropolitaine de Windsor, un inventaire détaillé des émissions a été dressé pour les sources ponctuelles, étendues et mobiles sur des mailles de grille d'un kilomètre carré. Environ 70 sources ponctuelles principales ont été définies par une étude de quantification des sources et par une vérification ultérieure des estimations de substances toxiques aéroportées faites par le Ministère auprès des industries visées par le rapport.

L'inventaire des émissions transfrontalières américaines observées à Détroit a été dressé à partir de données fournies par l'EPA américaine et par le ministère des ressources naturelles du Michigan. Les données de cet inventaire s'inspiraient d'informations sur les sources datant de 1985, mais qui avaient été mises à jour chaque année jusqu'en 1991. Il y avait environ 202 installations et quelque 2 000 sources ponctuelles d'émissions et à peu près 350 grilles de sources étendues de dimensions diverses. L'inventaire de Détroit a été considéré comme à peu près égal à celui du comté de Wayne.

Les données sur les émissions et les sources sont présentées en détail dans le rapport intitulé **Windsor Air Quality Study: Emission Inventory for the Windsor/Detroit Airshed.**

Les tableaux 3.1.1 et 3.1.2 présentent les débits annuels d'émission des principaux polluants atmosphériques observés dans la région de Windsor et dans la région de Détroit. Le tableau 3.1.1 s'inspire des données industrielles pour l'année 1990. Le tableau 3.1.2 renferme des données de diverses bases de données américaines (1985-1991). Pour chaque substance, les émissions ont été classées par secteur d'activité :

- construction automobile (usines Ford, Chrysler et General Motors des deux côtés de la frontière);
- aciéries, fours à coke ou fonderies de fer (entre autres Great Lakes Steel, du côté de Détroit seulement, puisqu'il n'y a pas d'aciéries dans la région de Windsor);

- sources mobiles (ex. : voitures, camions, avions, bateaux, etc.);

- services publics ou privés (centrales énergétiques seulement);

- autres sources industrielles et étendues qui ne s'inscrivent pas dans les catégories susmentionnées (ex. : chauffage résidentiel, industries diverses, etc.).

On doit tenir compte des points suivants :

- Les émissions de polluants atmosphériques provenant des industries lourdes telles que les aciéries, les raffineries de pétrole et les services publics d'électricité sont confinées au comté de Wayne et aux comtés voisins. Windsor ne compte aucune de ces industries.

- Les émissions de chrome sont exprimées en chrome total, et non pas en Cr(VI), la forme la plus toxique de chrome ciblée dans le cadre de cette étude[1].

[1] On a considéré dans la modélisation et dans l'évaluation des effets sur la santé de la présente étude que le Cr(VI) représente 20 p. 100 de la charge de chrome, ce qui concorde avec plusieurs enquêtes publiées et avec les résultats d'analyse d'échantillons d'air prélevés dans le bassin atmosphérique de Windsor.

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ont été à l'origine répertoriés pour l'étude de Windsor. Toutefois, le benzo(a)pyrène (B(a)P) a ensuite fait l'objet d'une estimation aux fins de la répartition des sources, puisqu'on ne connaissait pas l'ensemble des émissions de HAP de sources américaines.

- Les données concernant les émissions de dichlorobenzène-1,4, substance ciblée, sont disponibles pour les sources de Détroit mais non pour les sources de Windsor.

- La poussière de la route, source importante de cadmium, n'est pas incluse dans les émissions de sources étendues de la région de Détroit, tandis qu'elle l'est dans les émissions de sources étendues de la région de Windsor.

- Les données concernant les sources étendues de la région de Détroit ne tenaient pas compte de l'apport en dioxines et en furannes des poêles à bois, contrairement à celles de la région de Windsor.

- On n'a relevé aucune émission attribuable aux fours à coke dans la région de Détroit pendant la durée de l'étude, puisque les fours n'étaient pas en exploitation pendant cette période en raison des changements de procédés et des fermetures d'usines. Cette situation n'est pas habituelle; on s'attendrait normalement à une charge atmosphérique de divers composés provenant d'émissions de fours à coke (benzène, benzo(a)pyrène, métaux en traces). À la fin de 1992, une batterie de fours a coke modernisée a été mise en service.

Le débit d'émission total en kilogrammes par an (kg/an) pour chaque composé inventorié

dans la région de Windsor et de Détroit figure dans les tableaux 3.1.1 et 3.1.2. La dernière colonne indique le pourcentage de la répartition des émissions de Windsor et de Détroit par rapport à la charge totale du bassin atmosphérique Windsor-Détroit.

- Les émissions de polluants atmosphériques provenant de la région de Windsor sont nettement inférieures à celles de la région de Détroit. La part de Windsor dans les émissions combinées de Détroit et de Windsor se situe entre 0,1 p. 100 pour le chlorure de vinyle et 35,4 p. 100 pour le chloroforme. Ceci s'explique par le fait que Détroit a une base industrielle beaucoup plus vaste, une population beaucoup plus nombreuse et une quantité nettement supérieure d'émissions de sources mobiles.

- Les émissions de polluants atmosphériques de Windsor se situent entre 82 g/an pour les dioxines et 140 000 kg/an pour le benzène.

- Environ 74 p. 100 des émissions de polluants étudiés à Windsor proviennent de sources étendues.

- Les sources mobiles sont la source principale de COV. Le dégraissage, le nettoyage à sec et l'utilisation de produits de consommation sont les sources émettrices les plus importantes de solvants chlorés.

- Les principales sources d'émission de métaux lourds comprennent la combustion de combustibles, les sources mobiles, ainsi que les fonderies de fer et les usines de moulage de pièces automobiles. Chaque année quelque 26 000 kg de chrome sont rejetés dans l'atmosphère dans la région de Détroit comparativement à 1 400 kg/an dans la région de Windsor.

- Jusqu'à 3 611 000 kg/an de benzène sont rejetés dans l'atmosphère dans la région de Détroit, ces émissions provenant surtout de sources mobiles et d'activités industrielles. En ce qui concerne la région de Windsor, les émissions de benzène dans le bassin atmosphérique étudié ne représentent que 140 000 kg/an.

- Les émissions de formaldéhyde, provenant surtout du transport, ont été évaluées à 1 732 000 kg/an dans la région de Détroit, contre 75 000 kg/an dans la région de Windsor. Il faut signaler que le formaldéhyde est surtout attribuable aux réactions photochimiques et au transport à grande distance à partir de régions extérieures à la zone étudiée.

Tableau 3.1.1 : Sources ponctuelles, étendues et mobiles dans la région de Windsor (1990)

Groupe chimique	Substance	Émissions (kg/an)							
		Construction automobile	Aciéries Fonderies de fer	Sources mobiles	Services publics	Autres sources ponctuelles	Autres sources étendues	Total des émissions à Windsor	Pourcentage des émissions du bassin atmosphérique Windsor-Détroit
Métaux	Arsenic	220	4	--	--	15	1 209	1 448	15,83
	Béryllium	--	--	--	--	9	--	9	2,35
	Cadmium	174	2	--	--	23	305	504	11,19
	Chrome (total)	602	12	53	--	434	340	1 441	5,25
	Plomb	3 054	124	5 524	--	993	2 216	11 911	8,45
	Mercure	1	--	8	--	95	--	104	6,87
	Nickel	1 083	24	24	--	272	1 773	3 176	13,70
COV*	Acrylonitrile	1 690	--	--	--	--	--	1 690	8,17
	Benzène	51 164	906	52 310	--	7 661	27 160	139 201	3,71
	Butadiène-1,3	7	--	16 419	--	--	17 898	34 324	1,96
	Tétrachlorure de carbone	--	--	--	--	2 591	64	2 655	17,64
	Dichlorobenzène-1,4	--	--	--	--	--	12 447	12 447	
	Chloroforme	--	--	--	--	2 850	112	2 962	35,42
	Dibromure d'éthylène	82	--	--	--	45	--	127	0,63
	Formaldéhyde	1 943	24	48 220	--	4 079	20 263	74 529	4,13
	Dichlorométhane**	14	--	--	--	605	51 784	52 403	26,68
	Perchloroéthylène	208	--	--	--	41 121	74 887	116 216	7,80
	Trichloroéthylène	--	--	--	--	--	10 025	10 025	1,30
	Chlorure de vinyle	--	--	--	--	--	43	43	0,09
HAP	Benzo(a)pyrène	--	--	8,23	--	0,003	48,13	56	1,66
COSV**	Dioxines	--	--	--	--	0,000 634	0,081	0,08	2,60
	Furannes	--	--	--	--	0,001 073	0,137	0,14	4,46
	Biphényles polychlorés	--	--	--	--	0,000 253	0,246	0,25	0,12

Remarques :

* COV = composés organiques volatils; COSV = composés organiques semi-volatils

** Le dichlorométhane n'est pas considéré comme un COV dans la formation du smog, ni par l'EPA américaine ni par Environnement Canada

-- valeur minime observée ou aucune source d'émission décelée

Tableau 3.1.2 : Sources ponctuelles, étendues et mobiles dans la région de Détroit (bases de données 1985-1991)

Groupe chimique	Substance	Émissions (kg/an)							
		Construction automobile	Aciéries Fonderies de fer	Sources mobiles	Services publics	Autres sources ponctuelles	Autres sources étendues	Total des émissions à Windsor	Pourcentage des émissions du bassin atmosphérique Windsor-Détroit
Métaux	Arsenic	1 706	1 411	--	437	3 446	700	7 700	84,17
	Béryllium	45	--	--	--	329	--	374	97,65
	Cadmium	474	1 328	--	40	758	1 400	4 000	88,81
	Chrome (total)	684	22 771	25	436	1 109	975	26 000	94,75
	Plomb	2 513	28 627	1 982	334	5 526	90 018	129 000	91,55
	Mercure	12	--	--	--	1 098	300	1 410	93,13
	Nickel	2 646	5 293	--	462	5 599	6 000	20 000	86,30
COV*	Acrylonitrile	--	16 790	--	--	2 210	--	19 000	91,83
	Benzène	13 623	42 551	2 003 083	313	86 513	1 464 917	3 611 000	96,29
	Butadiène-1,3	2 366	--	1 222 893	13	3 621	486 107	1 715 000	98,04
	Tétrachlorure de carbone	1 072	--	--	--	1 928	9 400	12 400	82,36
	Chloroforme	1 390	--	--	--	2 610	1 400	5 400	64,58
	Dibromure d'éthylène	--	--	--	--	--	20 000	20 000	99,37
	Formaldéhyde	1 408	7 423	652 158	6 985	746 184	317 842	1 732 000	95,87
	Dichlorométhane**	5 000	3 347	--	--	16 653	119 000	144 000	73,32
	Perchloroéthylène	7 004	6 035	--	--	21 961	1 338 000	1 373 000	92,20
	Trichloroéthylène	47 567	17 201	--	--	85 232	612 000	762 000	98,70
	Chlorure de vinyle	--	--	--	--	--	50 000	50 000	99,91
HAP	Benzo(a)pyrène	--	4	2 361	--	44	939	3 348	98,34
COSV**	Dioxines	--	--	--	--	3	--	3	97,40
	Furannes	--	--	--	--	3	--	3	95,54
	Biphényles polychlorés	32	--	--	--	168	--	200	99,88

Remarques :

* COV = composés organiques volatils; COSV = composés organiques semi-volatils

** Le dichlorométhane n'est pas considéré comme un COV dans la formation du smog, ni par l'EPA américaine ni par Environnement Canada

-- valeur minime observée ou aucune source d'émission décelée

L'inventaire de Détroit a été considéré comme à peu près égal à celui du comté de Wayne

3.2 *Surveillance de l'air ambiant*

Ce volet de l'étude avait pour but de recueillir des données sur la qualité de l'air dans la région de Windsor et de Détroit aux fins de la répartition mathématique des sources et de l'analyse des risques pour la santé.

En 1987, le Service Conservation et Protection d'Environnement Canada (SCPEC) et le Ministère ont mis sur pied une station de surveillance continue au centre-ville de Windsor dans le but de mesurer les concentration de métaux à l'état de traces et les composés organiques volatils et semi-volatils aéroportés. La surveillance s'est intensifiée en 1990, et plus encore entre juin 1991 et mars 1993. Dans cette étude, on a tenu compte des mesures effectuées à Windsor et des données pour la région de Windsor obtenues auprès de la division de la lutte contre la pollution atmosphérique du comté de Wayne (ministère des ressources naturelles du Michigan) et de la firme Roy F. Weston, Inc. La figure 3.2.1 indique l'emplacement des stations de surveillance.

Les échantillons d'air ambiant ont été analysés non seulement pour la plupart des substances ciblées mais aussi pour un grand nombre d'autres substances toxiques. Une description détaillée de la méthode de surveillance des substances toxiques dans l'air ambiant est présentée, avec les résultats qui en découlent, dans le rapport complémentaire intitulé **Windsor Air Quality Study : Ambiant Air Monitoring Activities.**

Le tableau 3.2.1 résume les résultats du programme de surveillance de l'air ambiant pour les substances toxiques aéroportées dans les cinq stations de Windsor, ainsi que les critères de qualité de l'air de l'Ontario, le cas échéant.

Les mesures relevées dans toutes les stations ont été regroupées pour composer un tableau général des concentrations dans l'air ambiant de l'ensemble du bassin atmosphérique plutôt que de la répartition spatiale dans la ville. Pour offrir une image plus représentative de la qualité de l'air à long terme dans le bassin atmosphérique, toutes les données disponibles ont été incluses, depuis l'amorce de la surveillance dans chaque station jusqu'à la fin de 1992. Ainsi, la période couverte peut varier d'un polluant à l'autre, et la portée de la surveillance ne se borne pas à la période d'échantillonnage de l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor. Pour tous les composés, à l'exception des dioxines et des furannes, les statistiques sont fondées sur des échantillons de 24 heures. Pour les dioxines et les furannes, des échantillons de 24 et de 48 heures ont été utilisés dans le calcul des valeurs annuelles.

Bien que les échantillons d'air aient été analysés pour plusieurs hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le benzo(a)pyrène (B(a)P) est le seul HAP pour lequel des résultats individuels sont présentés. Les concentrations individuelles des autres HAP figurent dans le rapport intitulé **Ambiant Air Monitoring Activities.**

- Voici les concentrations moyennes et maximales observées pour certains des polluants sélectionnés dans le cadre de la première enquête : 0,0016 et 0,091 µg/m^3 pour le cadmium; 0,006 et 0,14 µg/m^3 pour le chrome; 2,64 et 11,65 µg/m^3 pour le benzène; 0,19 et 1,38 µg/m^3 pour le butadiène-1,3; 0,74 et 8,50 µg/m^3 pour le tétrachlorure de carbone; 0,89 et 14,60 µg/m^3 pour le dichlorobenzène-1,4; 3,70 et 25,06 µg/m^3 pour le formaldéhyde; 0,51 et 15,29 ηg/m^3 pour le benzo(a)pyrène.

- En général, les concentrations moyennes des polluants faisant l'objet de la surveillance sont nettement inférieures aux limites établies par le Ministère. Les valeurs maximales mesurées se situent également sous ces critères, à l'exception du benzo(a)pyrène. Pour ce

composé, la moyenne à long terme (0,51 $\eta g/m^3$) dans la région de Windsor dépasse la limite annuelle existante (0,3 $\eta g/m^3$) et la concentration maximale (15,29 $\eta g/m^3$) observée à des stations de surveillance était supérieure à la limite sur 24 heures qui est de 1,1 $\eta g/m^3$ (pour une source unique).

- Les concentrations de dioxines et de furannes semblent également plus élevées à Windsor que dans d'autres villes de l'Ontario, ce qui s'explique probablement par la présence de l'incinérateur de la Greater Detroit Resource Recovery Authority. Un grand incinérateur de boues résiduaires à Détroit contribue peut-être aussi aux concentrations de dioxines, bien qu'elles ne faisaient pas partie de l'inventaire des émissions et qu'elles n'aient pas été incluses dans la modélisation. On a observé des concentrations élevées de formaldéhyde à la station n° 12016, dans la partie ouest de Windsor.

La figure 3.2.2 compare les concentrations dans l'air ambiant mesurées à Windsor et celles de certains polluants mesurés dans d'autres villes ontariennes ou canadiennes. Comme les mesures sont indiquées pour chacune des stations de Windsor, une comparaison est également possible pour les stations de la partie ouest de Windsor (n°s 12007 et 12016), avec des données provenant d'autres parties de Windsor, le cas échéant. La partie ouest de Windsor a été définie comme une zone où les problèmes de qualité de l'air sont susceptibles d'être plus graves qu'ailleurs dans le bassin atmosphérique, et l'on rapporte fréquemment des problèmes d'odeurs. Lorsque l'on disposait de données sur plusieurs années, une échelle de concentrations moyennes annuelles a été indiquée pour chaque station. Les stations de Hamilton sont désignées comme suit : Mtn (Mountain), Centre-ville et Beach (boulevard Beach).

Les données sur le cadmium et le chrome proviennent de dispositifs de surveillance de particules inhalables du gouvernement fédéral. Par souci d'exactitude, seules les données du gouvernement fédéral ont été utilisées, les mêmes méthodes d'échantillonnage et d'analyse étant employées dans toutes les stations de surveillance au Canada. Pour les données concernant les métaux, Vancouver 1 correspond à Rocky Point Park et Vancouver 2 se situe à West 10th Avenue. Montréal 1 se situe au 1125, rue Ontario, et Montréal 2 à l'intersection de la rue Duncan et du boulevard Décarie.

- Les concentrations de substances ciblées dans la région. de Windsor sont en général comparables ou inférieures à celles que l'on trouve dans d'autres municipalités ontariennes. Une exception est le benzo(a)pyrène, où, à la station de la partie ouest de Windsor (n° 12007), elles semblent beaucoup plus élevées. La station n° 12007 se trouve juste en face et généralement dans la direction du vent de Zug Island, à Détroit. Cette région est très industrialisée et comprend deux aciéries. Des concentrations plus élevées de B(a)P ont été observées avant la période de l'étude et de la fermeture des fours à coke. Pendant presque toute la durée de l'étude, les fours à coke de la région de Détroit n'étaient pas en exploitation. Un four à coke a été remis en service à la fin de 1992. Son impact a été évalué dans le rapport intitulé **Windsor Air Quality Study : Mathematical Modelling/Source Apportionment.**

Figure 3.2.1 : Stations de surveillance des polluants atmosphériques toxiques dans l'air ambiant de la région de Windsor et de Détroit

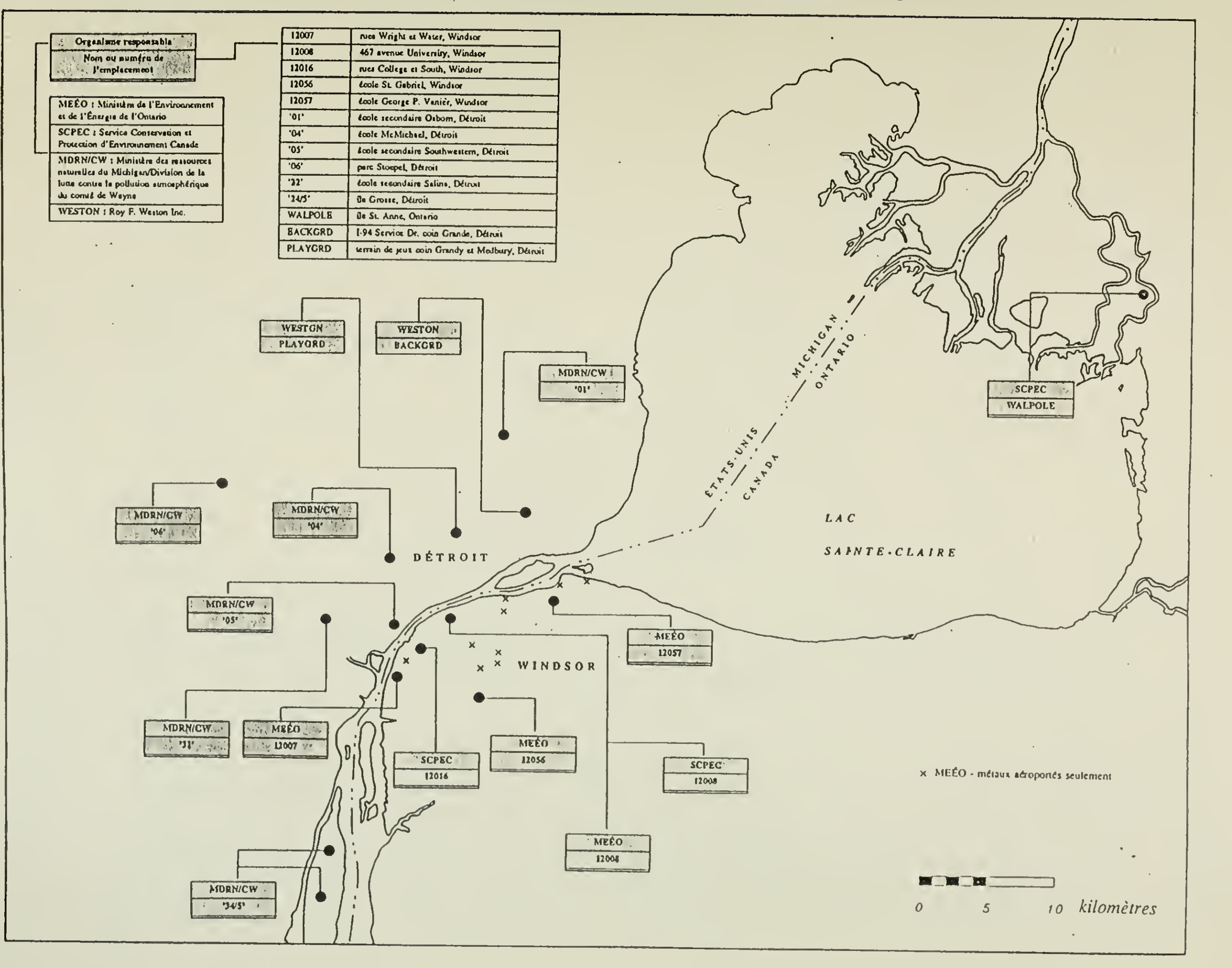


Tableau 3.2.1 : Analyse de l'air ambiant aux stations de surveillance de la région de Windsor

Substance	Unités	CQAA/ 24 heures	Moyenne arithmétique	Maximum/ 24 heures	Minimum/ 24 heures	Nombre d'échantillons
Arsenic	µg/m³	0,3	0,001 4	0,004 3	0,000 3	54
Béryllium	ηg/m³	10	†	0,14	n.d.	55
Cadmium	µg/m³	2	0,001 6	0,091	n.d.	2 840
Chrome (total)	µg/m³	1,5	0,006	0,140	n.d.	2 838
Plomb	µg/m³	5	0,040	0,340	n.d.	3 181
Manganèse	µg/m³	2,5	0,072	1,35	n.d.	2 841
Nickel	µg/m³	2	0,004	0,35	n.d.	2 839
Benzène	µg/m³	*	2,64	11,65	n.d.	440
Butadiène-1,3	µg/m³	*	0,19	1,38	n.d.	441
Tétrachlorure de carbone	µg/m³	600	0,74	8,50	n.d.	413
Chloroforme	µg/m³	500	0,20	1,90	n.d.	412
Dichlorobenzène-1,4	µg/m³	*	0,89	14,60	n.d.	408
Dichloroéthane-1,2	µg/m³	400	0,08	2,27	n.d.	413
Dibromure d'éthylène	µg/m³	3	†	0,50	n.d.	412
Formaldéhyde	µg/m³	*	3,70	25,06	0,36	146
Dichlorométhane	µg/m³	1 765	1,84	44,40	n.d.	386
Perchloroéthylène	µg/m³	4 000	0,73	5,60	n.d.	412
Trichloroéthylène	µg/m³	28 000	0,33	4,89	n.d.	413
Benzo(a)pyrène	ηg/m³	1,1** 0,3**	0,51	15,29	n.d.	495
Chlorure de vinyle	µg/m³	1	†	0,62	n.d	412
Total HAP	ηg/m³	*	23,22	225,8	0,85	337
Chlorobenzènes	ηg/m³	*	1,92	15,72	n.d.	137
Chlorophénols	ηg/m³	*	2,36	12,18	n.d.	77
Biphényles polychlorés	ηg/m³	150	0,41	3,30	n.d.	137
Total dioxines et furannes	FET/ρg	5††	0,228	1,732	0,012	106

Remarques :

µg = microgramme (10^{-6} g); ηg = nanogramme (10^{-9} g); ρg = picogramme (10^{-12} g); m³ = mètre cube; n.d. = non décelé

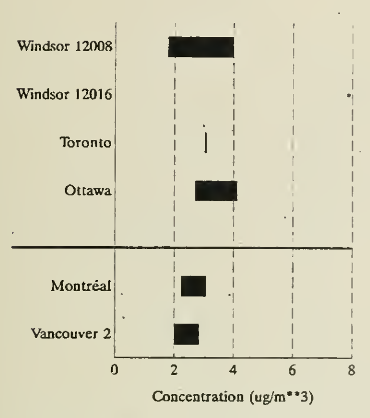
* Critère de qualité de l'air ambiant (CQAA) non disponible ou en cours d'élaboration

** Le CQAA/24 heures est de 1,1 ηg/m³ pour une source unique. La valeur annuelle est de 0,3 ηg/m³.

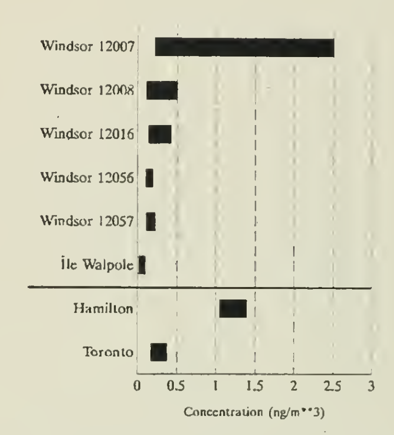
† Substance décelée dans moins de 20 p. 100 des échantillons et ne faisant donc l'objet d'aucune moyenne arithmétique

†† CQAA provisoire calculé à l'aide des Facteurs d'équivalence de toxicité (FET)

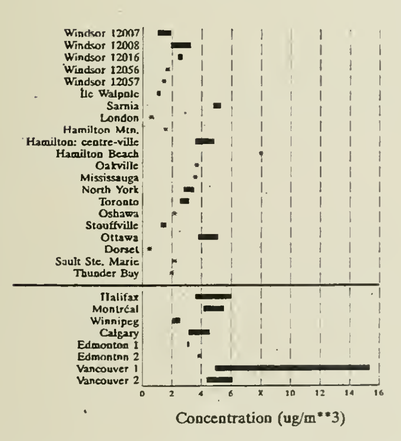
Figure 3.2.2 : Comparaison de la quantité de polluants atmosphériques toxiques dans la région de Windsor à celle observée dans d'autres municipalités ontariennes et canadiennes



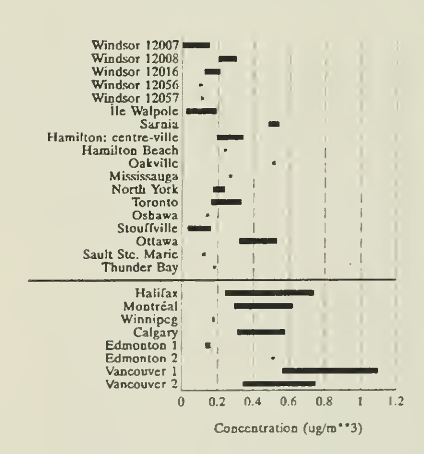
Les barres indiquent une plage de moyennes annuelles
Les points (*) indiquent une seule moyenne annuelle



Les barres indiquent une plage de moyennes annuelles



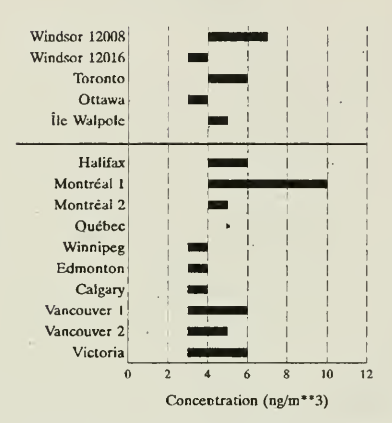
Les barres indiquent une plage de moyennes annuelles
Les points (*) indiquent une seule moyenne annuelle



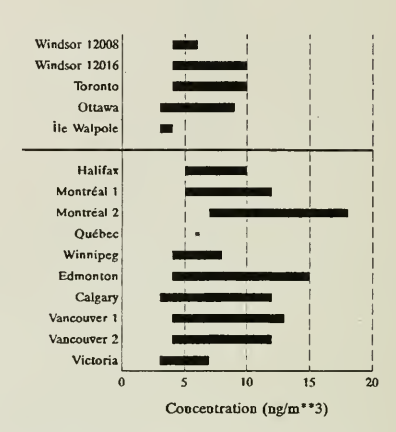
Les barres indiquent une plage de moyennes annuelles
Les points (*) indiquent une seule moyenne annuelle

Figure 3.2.2 : Comparaison de la quantité de polluants atmosphériques toxiques dans la région de Windsor à celle observée dans d'autres municipalités ontariennes et canadiennes

Cadmium



Chrome



3.3 Étude effectuée à l'aide du TAGA 6000

Les deux unités mobiles TAGA 6000 (Trace Atmospheric Gas Analyser = système d'analyse des gaz atmosphériques à l'état de traces) du Ministère ont été déployées dans la région de Windsor dans le cadre de l'étude. Les TAGA permettent une surveillance impossible avec les techniques traditionnelles d'échantillonnage et d'analyse. Ce sont des spectromètres de masse capables de déceler et de quantifier instantanément d'infimes concentrations de composés organiques.

On peut ainsi mener des recherches aux « points de forte pollution » en repérant des concentrations de polluants pendant que le TAGA est en mouvement et en retraçant des panaches jusqu'à la source; on peut aussi définir chimiquement les odeurs et déterminer si les substances toxiques aéroportées à proximité des sources d'émissions existent à des taux inquiétants pour la santé humaine. Pour l'étude de Windsor, un dispositif d'analyse spécial a été installé dans les TAGA pour mesurer le mercure en phase vapeur à divers endroits. Le mercure est l'un des polluants rejetés par l'incinérateur de la Greater Detroit Resource Recovery Authority.

Pendant les mois de juillet et août 1990, une étude de reconnaissance a été menée surtout le long de la rivière Détroit pour déterminer si les émissions de l'incinérateur de la GDRRA avaient un impact sur Windsor. Le mercure et le chlorure d'hydrogène étaient les principales substances ciblées. On a également procédé à un échantillonnage pour déceler la présence de composés organiques dans les environs de l'usine de moulage de Ford.

Au cours de l'étude de Windsor, quatre enquêtes ont été menées par les unités du TAGA dans la région de Windsor (en août 1991, en septembre 1991, en juillet-août 1992 et en octobre 1992). Ces recherches avaient pour but premier de déterminer s'il y avait des « points de forte pollution » causés par des substances toxiques aéroportées, où les concentrations de polluants atmosphériques dépassaient les limites établies par le Ministère. Des échantillons d'air ont été prélevés dans les environs de plusieurs sources industrielles, au coeur du centre-ville et dans plusieurs quartiers résidentiels, y compris dans la partie ouest de Windsor. Ces échantillons d'air ont été analysés pour y déceler la présence éventuelle de divers composés organiques volatils, de chlorure d'hydrogène, de fluorure d'hydrogène, ou de vapeur de mercure. Les échantillons ont aussi été analysés pour y déceler la présence éventuelle de centaines de composés organiques qui ne sont pas habituellement surveillés par le réseau de surveillance de l'air ambiant.

On trouvera le détail des recherches effectuées à l'aide du TAGA dans le rapport intitulé **Windsor Air Quality Study : TAGA 6000 Survey Results.**

Voici un résumé des principales constatations :

- En général, les polluants ont été décelés uniquement dans les environs immédiats des sources industrielles soupçonnées. Les concentrations diminuaient rapidement dans un rayon de quelques centaines de mètres des sources. Les odeurs, souvent présentes près des sources industrielles, étaient associées à des

substances chimiques différentes à diverses sources (ex. : triéthylamine pour l'usine de moulage de Ford, Butyl cellosalve pour l'usine de minifourgonnettes Chrysler, et éthanol pour la distillerie Hiram-Walker).

- Pour la plupart des substances, les concentrations n'ont jamais atteint les limites actuelles du Ministère au point de contact, même dans le cas des échantillons prélevés près des sources industrielles. En fait, les concentrations moyennes sur des mesures d'une demi-heure étaient en général deux ou trois fois inférieures aux limites établies pour les composés ciblés. Ces résultats s'appliquent aux échantillons prélevés dans la partie ouest de Windsor ainsi qu'à d'autres endroits du bassin atmosphérique.

- Des concentrations élevées de fluorure d'hydrogène et de chlorure d'hydrogène, supérieures aux limites établies pour le point de contact sur des mesures d'une demi-heure (4,3 et 100 ųg/m^3 respectivement) ont été fréquemment observées et on a détecté un panache de polluants qui s'étendait jusqu'à deux kilomètres en aval de l'usine d'aluminium Ford Essex. Des mesures sont actuellement mises en oeuvre pour réduire les émissions provenant de cette usine.

- On a tenté à plusieurs reprises de surveiller l'impact des sources de Détroit (ex. : l'impact des industries de Zug Island sur la partie ouest de Windsor, ou de l'incinérateur de la GDRRA sur les régions de Windsor se trouvant dans la direction du vent). Ces impacts ont été difficiles à déceler, ce qui était dû en partie aux changements de direction des vents durant les périodes d'étude. Très souvent, on n'arrivait pas à placer le TAGA en aval des sources de pollution.

- Les résultats de la surveillance du mercure, l'un des composés préoccupants émanant de l'incinérateur de Détroit, ont révélé un « point de forte pollution » locale dans les environs du bâtiment aujourd'hui désaffecté de Dominion-Forge, avec des concentrations moyennes sur des mesures d'une demi-heure qui varient entre environ 0,001 et 0,13 ųg/m^3. Quoique cette valeur soit nettement supérieure aux concentrations mesurées ailleurs dans Windsor, elle demeure très inférieure à la norme du point de contact du Ministère pour des mesures d'une demi-heure, (5 ųg/m^3).

3.4 *Étude de l'exposition humaine*

Dans le cadre de l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor, des campagnes d'évaluation précise de l'exposition humaine ont été menées durant l'été de 1991, l'hiver et le printemps de 1992, ainsi que l'été de 1992, pour mesurer les concentrations de polluants atmosphériques qu'une personne est susceptible de respirer au cours de ses activités quotidiennes.

Ces études portaient sur la qualité de l'air personnel et collectif d'une variété de micromilieux, dont plusieurs domiciles, bureaux, motels, hôtels, véhicules, garages, ainsi que divers lieux communautaires tels que des salles de bingo, une cafétéria, une maison de retraite, une piscine et un gymnase, autant d'endroits où les gens passent une bonne partie de leur temps. Des échantillons ont également été prélevés durant les trajets quotidiens des volontaires entre leur domicile et leur lieu de travail.

La majorité des volontaires travaillaient pour le gouvernement, dans le secteur de l'enseignement ou dans d'autres organismes à vocation environnementale, et n'appartenaient pas à des secteurs professionnels qui ont de par leur nature des employés passant énormément de temps à l'extérieur, les ouvriers de la construction et de l'agriculture, par exemple.

Les concentrations dans l'air de 56 composés carbonylés et autres composés organiques volatils (COV) et de 8 métaux en traces ont été mesurées. Tous les échantillons ont été soit prélevés à l'intérieur de la « zone de respiration » des volontaires, soit à une hauteur de 1,5 mètre dans leur micromilieu. Tout au long de l'étude, des échantillons d'air extérieur ont été prélevés simultanément au domicile des volontaires et, si possible, à leur bureau.

Pour chaque volontaire, un profil personnel de la qualité de l'air par plages de 24 heures a été dressé. Ce profil, ainsi que l'horaire des activités de chacun pour la même période de 24 heures a permis d'établir un profil d'exposition.

L'exposition se définit comme le *produit* du *temps* pendant lequel une personne est en contact avec un polluant en particulier (ou avec une catégorie de polluants) et de la *concentration* de ce ou ces polluants dans l'air qu'elle respire.

Les résultats, bien que restreints, fournissent des renseignements utiles sur l'exposition humaine. Le rapport intitulé **Windsor Air Quality Study : Personal Exposure Survey Results** donne des précisions sur ce sujet.

- Au cours de l'étude faite en été, les 14 volontaires participants passaient environ 20 p. 100 de leur temps dehors, tandis que, durant l'étude d'hiver et de printemps, les 17 volontaires participants passaient seulement 8 p. 100 de leur temps dehors. La figure 3.4.1 est une analyse de l'emploi du temps des volontaires qui ont participé aux deux campagnes.

- La figure 3.4.2 résume les concentrations relatives de COV auxquelles les volontaires ont été exposés à l'extérieur et dans les divers micromilieux de leurs trajets quotidiens et à l'intérieur. Ces deux

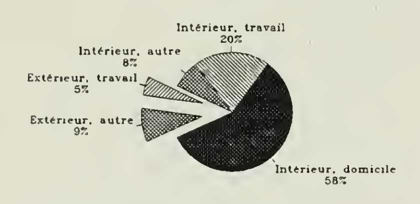
concentrations déterminées à partir des échantillons prélevés à l'intérieur et pendant

les trajets quotidiens étaient considérablement plus élevées que celles qui ont été déterminées à partir des échantillons prélevés à l'extérieur. La durée moyenne du trajet quotidien était inférieure à une heure et la majorité des volontaires se déplaçaient en voiture. Des concentrations semblables ont été mesurées au domicile et au bureau. Les 43 bureaux étaient « non-fumeurs », tandis que seulement 22 des 36 domiciles étaient « sans fumée ».

Figure 3.4.1 :

Emploi du temps des volontaires de Windsor

Analyse de l'emploi du temps

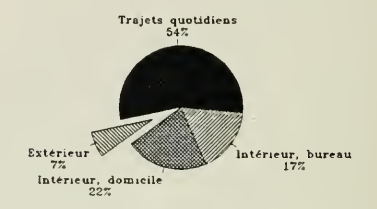


Résultats du questionnaire soumis à 31 volontaires

Figure 3.4.2 :

Concentrations relatives des composés organiques volatils en suspension dans l'air dans divers micro-environnements de Windsor

Composés organiques volatils



Concentrations relatives en suspension

- En raison des concentrations plus élevées de COV à l'intérieur et des périodes plus longues passées dans des micromilieux intérieurs, presque 90 p. 100 de l'exposition quotidienne des volontaires (concentration x temps) était de source intérieure. Le tableau 3.4.1 illustre le profil d'exposition aux COV pour les 31 volontaires qui ont participé à cette analyse. Seulement 3 p. 100 de l'exposition quotidienne d'une personne est de source extérieure. Quoique les volontaires passent moins de temps dans les trajets quotidiens qu'à l'extérieur (moins d'une heure par rapport à environ trois heures), on observe des concentrations de COV plus élevées pendant les trajets quotidiens, ce qui se traduit par une exposition quotidienne de 7 p. 100 pour une personne.

- Les profils d'exposition à 17 composés carbonylés (ex. : formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine) et à 8 métaux en trace aéroportés (ex. : manganèse, plomb) figurent également au tableau 3.4.1. L'exposition quotidienne des volontaires aux contaminants aéroportés à l'extérieur n'était que de 3 p. 100 de l'ensemble de leur exposition quotidienne aux carbonyles et de 22 p. 100 pour les métaux en trace.

- Pour les métaux en trace aéroportés, des concentrations comparables ou légèrement plus élevées ont été mesurées dans les échantillons d'air extérieur comparativement à celles des échantillons prélevés à l'intérieur.

- La qualité de l'air a été définie comme passablement médiocre dans les salles de bingo, dans les nouveaux immeubles à bureaux, dans la voiture et dans les garages. La présence de fumée de tabac dans l'air ambiant a été observée à de nombreux endroits, en particulier dans les salles de bingo.

- Au cours de l'été 1992, un programme spécial de surveillance et une méthode analytique ont été élaborés pour le chrome hexavalent (Cr(VI)). On a décelé, après avoir analysé un nombre restreint d'échantillons, une concentration de Cr(VI) variant entre 0,5 et 6,0 $\eta g/m^3$ pour l'air extérieur, et entre 1,0 et 1,5 $\eta g/m^3$ pour l'air intérieur.

- Bien qu'un nombre nettement plus élevé de polluants aéroportés aient été décelés dans les échantillons prélevés au cours de cette étape de l'étude, le tableau 3.4.2 présente un sommaire pour cinq des polluants présentant les risques les plus élevés.

- Pour les carbonyles et les COV, l'exposition humaine aux sources intérieures (à la maison, au bureau et dans d'autres micromilieux fermés) est supérieure à l'exposition aux sources extérieures telles que l'industrie et l'automobile. Ce fait important concorde avec les résultats d'autres études d'exposition humaine, notamment les études approfondies de TEAM (Total Exposure Assessment Methodology) aux États-Unis.

Tableau 3.4.1 : Exposition relative des volontaires de Windsor à certains polluants dans divers micro-environnements

Catégorie de composés	Intérieur, domicile	Intérieur, bureau	Extérieur	Trajets quotidiens
COV	≈70%	≈20%	≈3%	≈7%
Carbonyles	≈83%	≈15%	≈3%	nm
Métaux en traces	≈60%	≈18%	≈22%	nm
nm : non mesurée ≈ environ				

Tableau 3.4.2 : Concentration de polluants dans divers micro-environnements de Windsor

Polluant	Extérieur		Intérieur, domicile		Intérieur, bureau		Trajets quotidiens	
	Nbre d'échantillons	Moyenne arithmétique*	Nbre d'échantillons	Moyenne arithmétique*	Nbre d'échantillons	Moyenne arithmétique*	Nbre d'échantillons	Moyenne arithmétique*
Benzène[1]	112	2,7	59	3,1	43	3,2	59	15,7
Butadiène-1,3 [1]	112	S.O.	59	0,5	43	S.O.	59	1,1
Formaldéhyde[2]	49	3,3	36	31,2	18	17,6	S.O.	S.O.
Cadmium[3]	49	1,3	37	0,7	17	0,8	S.O.	S.O.
Chrome (VI)[3]	16	2,0	3	1,2	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

1 Composés organiques volatils : unités de concentration = $\mu g/m^3$ (microgrammes par mètre cube)
2 Carbonyles : unités de concentration = $\mu g/m^3$
3 Métaux en traces : unités de concentration = $\eta g/m^3$ (nanogrammes par mètre cube)
* Les moyennes arithmétiques n'ont été calculées que si le composé a été décelé dans plus de 20 p. 100 des échantillons prélevés. Si aucune trace de la substance n'a été décelée, on a mis comme valeur nominale la moitié du seuil de détection approprié.
S.O. = sans objet

3.5 *Étude des sols et des produits agricoles*

Les rejets de polluants dans l'atmosphère peuvent présenter un risque d'exposition humaine par des voies autres que l'inhalation. Certaines substances toxiques (métaux et composés organiques semi-volatils, par exemple) se déposent sur la surface du sol par précipitation (retombées humides) et selon divers phénomènes de dépôt sec (absorption des gaz par les masses d'eau, sédimentation gravitationnelle de la poussière, etc.) Ces polluants risquent ensuite d'être ingérés par voie orale, notamment dans l'eau potable et les aliments. Selon la nature des polluants, l'impact d'une source émettrice peut être très localisé ou peut au contraire s'étendre sur une vaste surface.

Dans le cadre de l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor, les échantillons de sols et de cultures prélevés dans la région de Windsor en 1989 et 1990 ont été analysés pour divers métaux en traces et composés organiques. Les analyses portaient sur des échantillons de sol prélevés à moins de cinq centimètres de profondeur, soit la terre que les enfants risquent d'ingérer en jouant. Des échantillons de produits agricoles locaux ont aussi été analysés aux fins de cette étude. Les échantillons n'ont pas été analysés pour tous les composés ciblés pour la première enquête (Tableau 1.2.1).

Une présentation détaillée des résultats concernant le sol et la végétation figure dans le rapport complémentaire intitulé **Windsor Air Quality Study : Soil and Garden Produce Survey Results.** Les données de cette étude ont été utiles pour les évaluations de l'exposition faites dans le cadre de l'évaluation des effets sur la santé présentée à la partie 3.7.

Les échantillons de sol de surface présentaient des concentrations observables pour la plupart des métaux en traces. Les résultats concernant la ville de Windsor et les régions rurales du comté d'Essex sont résumés au tableau 3.5.1. Ce tableau montre la plage de valeurs observées pour les différents métaux, les concentrations étant exprimées en parties par million par poids (ppm-poids), ce qui équivaut également au microgramme de métal par gramme de sol.

- Des moyennes et plages de concentrations semblables ont été observées pour la plupart des métaux dans la ville de Windsor (milieu urbain) et à certains endroits du comté d'Essex (milieu rural). Sauf pour le cadmium et le mercure qui ont été décelés à des concentrations plus élevées dans la ville de Windsor.

- Les concentrations de tous les métaux en traces dans les échantillons de sol prélevés en milieu urbain à Windsor et en milieu rural étaient égales ou inférieures aux limites établies par le Ministère pour les milieux urbains.

- Quant aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, ils ont été décelés dans tous les échantillons de sol prélevés en milieu urbain, mais non dans ceux prélevés en milieu rural. Des 16 HAP qui ont été analysés dans les échantillons de sol, une forte proportion se situait sous les seuils de détection analytique. Ces résultats correspondent à ceux obtenus dans d'autres villes ontariennes. Par exemple, dans le cas du benzo(a)pyrène, 76 p. 100 des mesures étaient inférieures à 0,20 ppm-poids (la

valeur la plus élevée observée dans cette étude était de 0,91 ppm-poids).

- Les résultats des analyses portant sur les biphényles polychlorés (BPC) et les aromatiques chlorés étaient inférieurs aux seuils de détection qui sont respectivement de 0,02 ppm-poids et de 0,001-0,002 ppm-poids.

- Les dioxines et les furannes ont été décelés dans un grand nombre des échantillons de sol de surface, mais il n'y avait aucune différence nette entre les résultats obtenus en milieu urbain à Windsor et ceux obtenus en milieu rural, dans le comté d'Essex.

- En ce qui concerne les échantillons de produits agricoles locaux, les concentrations d'aromatiques chlorés se situaient sous le seuil de détection analytique, soit 0,001-0,002 ppm-poids. Les BPC étaient également inférieurs au seuil de détection de 0,02 ppm-poids de la végétation. Les dioxines et les furannes n'ont été décelés qu'occasionnellement, et à des concentrations aussi faibles à Windsor que dans les régions rurales environnantes.

Tableau 3.5.1 : Concentrations de métaux (ppm-poids) dans le sol de surface de Windsor et des régions rurales du comté d'Essex

Métaux	Ville de Windsor (n=36)			Comté d'Essex (n=54)		
	Maximum	Minimum	Moyenne arithmétique	Maximum	Minimum	Moyenne arithmétique
Arsenic	16,7	4,1	7,2	7,2	4,8	5,8
Béryllium	0,8	0,3	0,7	1,0	0,6	0,8
Cadmium	1,7	0,41	0,79	1,1	0,06	0,49
Chrome (total)	33	20	25	29	19	23
Plomb	128	23	59	130	17	44
Manganèse	413	160	244	317	167	223
Mercure	0,20	0,02	0,08	0,07	0,01	0,04
Nickel	24	14	21	27	19	23
Vanadium	43	28	35	48	34	39

3.6 Modélisation mathématique et répartition des sources de contaminants

Un modèle de dispersion urbaine d'avant-garde, créé dans le cadre de la proposition par le Ministère d'une mise à jour des modèles mentionnés dans le Règlement 346 pris en application de la *Loi sur la protection de l'environnement*, a servi aux fins suivantes : 1) déterminer les apports relatifs des diverses sources d'émissions aux concentrations dans l'air ambiant pour 21 composés; 2) donner la répartition spatiale des concentrations atmosphériques de ces composés dans l'ensemble de la région de Windsor; 3) vérifier la pertinence des inventaires d'émissions.

Pour une analyse complète des résultats de la modélisation, consultez le rapport intitulé **Windsor Air Quality Study : Mathematical Modelling and Source Apportionment.**

La répartition moyenne des sources de polluants atmosphériques dans la région de Windsor figurent respectivement aux tableaux 3.6.1 et 3.6.2 pour les sources canadiennes (Windsor et ses environs) et américaines (Détroit et ses environs). Seuls les résultats se rapportant aux composés associés à des risques de cancer ou d'autres effets chroniques sont mis en relief ici.

Répartition des sources

D'après la modélisation, l'apport aux concentrations atmosphériques moyennes de Windsor est comme suit :

- Le transport à grande distance est la principale source de tétrachlorure de carbone dans les concentrations atmosphériques observées.

- Les réactions photochimiques sont responsables, avec le transport à grande distance, de 60 à 80 p. 100 des concentrations atmosphériques de formaldéhyde.

- Environ 58 p. 100 du cadmium, 65 p. 100 du chrome, 67 p. 100 du benzo(a)pyrène et du benzène, et 76 p. 100 du butadiène-1,3 détectés dans l'air de Windsor proviendraient de sources de la région de Détroit.

- Les sources étendues, en particulier les émissions de sources mobiles, comptaient pour 84 p. 100 du benzène, 96 p. 100 du butadiène-1,3 et 99 p. 100 du benzo(a)pyrène.

- Les sources les plus importantes de chrome atmosphérique sont l'industrie de l'acier à Détroit (50 p. 100 et le secteur de la construction automobile à Windsor (16 p. 100).

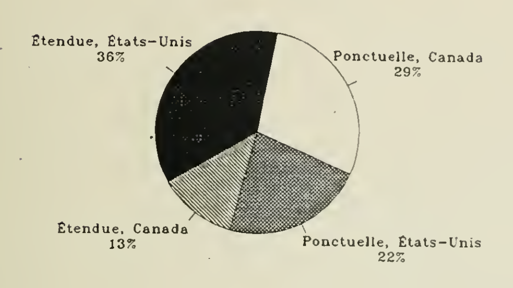
- La poussière de la route de Windsor et de Détroit compte pour 35 p. 100 du cadmium atmosphérique à Windsor. La construction automobile à Windsor et l'industrie de l'acier à Détroit contribuent, à raison de 27 p. 100 et 13 p. 100 respectivement, à l'apport de cadmium dans le bassin atmosphérique de Windsor.

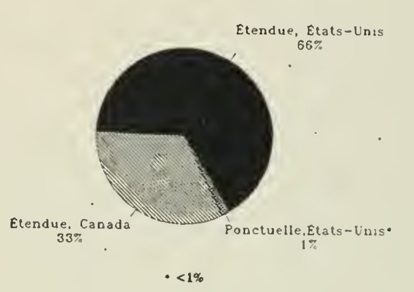
Profils de concentration spatiale

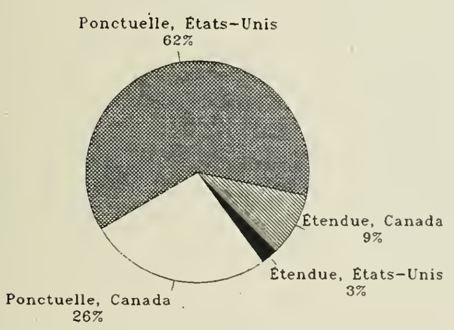
Dans la région de Windsor :

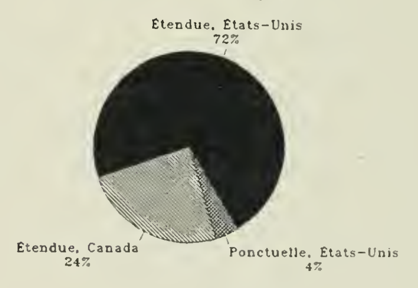
- Le chrome et le cadmium se trouvent à des concentrations atmosphériques plus élevées dans le centre-nord de Windsor.
- Le butadiène-1,3 et le benzo(a)pyrène proviennent surtout des sources étendues et présentaient des concentrations atmosphériques semblables. Les concentrations les plus élevées ont été mesurées dans le nord-ouest de Windsor, et diminuaient progressivement vers le Sud-Est.
- Les sources industrielles de Windsor combinées aux sources étendues sont responsables d'une grande partie de l'apport de benzène dans le centre-nord de Windsor.
- Le formaldéhyde a également été détecté en concentrations élevées dans le Nord-Ouest, mais en raison d'une concentration de fond relativement importante, la diminution progressive vers le Sud-Est est sensiblement moins prononcée.
- On a établi que la contribution des sources ponctuelles canadiennes était plus élevée que celle des sources américaines dans les zones de fortes concentrations de polluants que dans la plupart des autres zones de la région de Windsor.

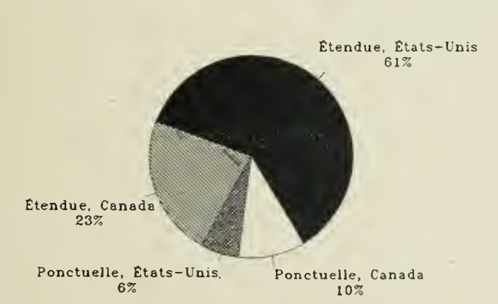
Figure 3.6.1 : Répartition des sources d'émissions américaines et canadiennes dans la région de Windsor











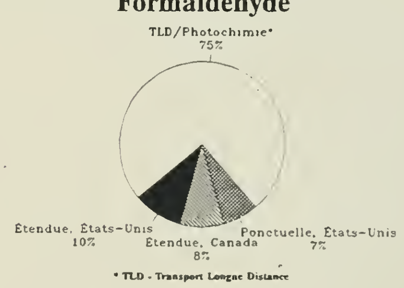


Tableau 3.6.1 : Pourcentages de polluants au niveau du sol attribuables à des sources d'émissions de la région de Windsor (voir aussi le tableau 3.6.2)

Polluant	Construction automobile	Aciéries Fonderies de fer	Sources mobiles	Services publics et combustion de combustibles	Autres sources ponctuelles	Autres sources étendues	Total %
Arsenic	15	-	-	-	1	38	54
Béryllium	-	-	-	-	12	-	12
Cadmium	27	-	-	-	2	13	42
Chrome (total)	16	1	2	7	9	-	35
Plomb	11	1	33	-	5	2	52
Nickel	19	1	6	21	5	-	52
Mercure*	-	-	-	-	3	1	4
Benzène	8	-	17	3	2	3	33
Butadiène-1,3	-	-	16	-	-	8	24
Formaldéhyde*	-	-	7	1	-	-	8
Tétrachlorure de carbone*	-	-	-	-	-	-	0
Chlorure de vinyle	-	-	-	-	-	1	1
Benzo(a)pyrène	-	-	12	21	-	-	33
Biphényles polychlorés	-	-	-	-	-	-	0
Dioxines	-	-	-	24	-	2	26
Furannes	-	-	-	24	-	2	26
Acrylonitrile	45	-	-	-	-	-	45
Perchloroéthylène	1	-	-	-	17	38	56
Trichloroéthylène	-	-	-	-	-	5	5

* Ces composés contribuent beaucoup aux concentrations dans l'air ambiant de Windsor, du fait qu'ils peuvent être transportés sur de longues distances ou être sujets à des réactions photochimiques.

Tableau 3.6.2 : Pourcentages de polluants au niveau du sol attribuables à des sources d'émissions de la région de Détroit (voir aussi le tableau 3.6.1)

Polluant	Construction automobile	Aciéries Fours à coke	Sources mobiles	Services publics et combustion de combustibles	Autres sources ponctuelles	Autres sources étendues	Total %
Arsenic	11	10	-	2	19	4	46
Béryllium	37	-	-	-	51	-	88
Cadmium	3	13	-	-	6	36	58
Chrome (total)	1	50	-	3	10	1	65
Plomb	3	11	2	-	1	31	48
Nickel	11	11	-	11	15	-	48
Mercure*	-	-	-	-	13	3	16
Benzène	1	2	31	6	3	24	17
Butadiène-1,3	1	-	45	-	3	27	76
Formaldéhyde*	-	-	7	-	7	3	17
Tétrachlorure de carbone*	-	-	-	-	-	-	0
Chlorure de vinyle	-	-	-	-	-	99	99
Benzo(a)pyrène	-	-	44	22	1	-	67
Biphényles polychlorés	89	-	-	-	11	-	100
Dioxines	-	-	-	-	74	-	74
Furannes	-	-	-	-	74	-	74
Acrylonitrile	-	45	-	-	10	-	55
Perchloroéthylène	2	1	-	-	-	41	44
Trichloroéthylène	27	4	-	-	11	53	95

* Ces composés contribuent beaucoup aux concentrations dans l'air ambiant de Windsor, du fait qu'ils peuvent être transportés sur de longues distances ou être sujets à des réactions photochimiques.

3.7 *Évaluation des effets sur la santé*

Une analyse des risques a été effectuée pour évaluer les effets chroniques liés aux résultats de l'étude.

Les objectifs de ce volet de l'étude étaient les suivants :

- décrire les risques causés par les polluants atmosphériques toxiques dans la région de Windsor;
- établir une liste des substances dont il faudra réduire les risques d'exposition;
- comparer les risques d'inhalation de l'air extérieur à d'autres risques.

L'analyse des risques pour chaque composé visé comprend trois éléments :

1) Définition de la portée des risques liés à l'inhalation selon les valeurs établies par les organismes clés tels que l'Environmental Protection Agency américaine, le ministère des services de santé de la Californie et l'Organisation mondiale de la Santé.

2) Définition des scénarios d'exposition en fonction de la moyenne et des concentrations au 90e percentile des polluants atmosphériques mesurés à l'extérieur, dont il est fait rapport dans le document intitulé **Windsor Air Quality Study : Ambient Air Monitoring Activities.** Définition des concentrations de polluants mesurées dans divers micromilieux, dont il est fait rapport dans le document intitulé **Windsor Air Quality Study : Personal Exposure Survey Results.**

3) Comparaison avec les normes établies pour les environnements extérieurs et en milieu de travail fermé (à des fins de comparaison seulement) par plusieurs organismes de réglementation. La méthode employée permet de combler certaines lacunes, telles que l'absence de normes ontariennes pour tous les composés. Elle offre aussi une évaluation des risques associés aux divers scénarios d'exposition et présente un éventail de risques qui reflète les différences marquant les facteurs de risque de cancer définis par les grands organismes internationaux.

Trois scénarios d'inhalation ont été envisagés : qualité de l'air extérieur (exposition de 100 p. 100 à l'extérieur), expositions courantes à l'extérieur (3 heures) et exposition humaine type. Tant les risques associés au cancer que les autres ont été analysés pour ces trois situations.

Pour placer les risques d'inhalation en perspective, d'autres expositions ont également été évaluées, notamment l'ingestion, l'exposition percutanée et le tabagisme. Une comparaison avec l'air extérieur dans d'autres centres urbains a aussi été faite.

La méthode de l'analyse des risques qui a été appliquée est communément acceptée en Amérique du Nord et en Europe. En général, elle est très prudente et tend à surestimer certains risques, en particulier dans la tranche la plus élevée de l'échelle.

Les effets directs sur la santé que cause l'exposition aux substances toxiques atmosphériques de faible niveau et à long terme sont difficiles à mesurer en raison des nombreuses variables qui entrent en jeu, telles que le mode de vie, le régime alimentaire, etc. L'estimation des risques de cancer est actuellement la méthode scientifique la plus sensée pour combler cette lacune. Les estimations sont de nature très prudente et probabiliste. Par conséquent, sans être absolues, elles offrent certes une assise permettant de prendre des décisions prudentes et de comparer les risques.

En général, les risques se situant sous le niveau de 1×10^{-5} (c.-à-d. un accroissement des risques de cancer de un sur 100 000) sont considérés comme négligeables par la plupart des organismes de réglementation. Toutefois, l'acceptabilité du risque est toujours considérée comme une décision qui revient à la population touchée.

Le niveau de risque de 1×10^{-5} a servi de valeur critique pour définir les substances présentant un risque potentiel dans la région de Windsor.

Les résultats de l'analyse des risques sont résumés dans le rapport intitulé **Windsor Air Quality Study : Health Effects Assessment.**

Comparaison avec les critères de qualité de l'air ambiant

Les critères et normes de qualité de l'air ambiant actuellement en vigueur en Ontario ont servi à une première évaluation visant à déterminer si les expositions auxquelles sont soumises les personnes vivant dans un certain bassin atmosphérique, tel que Windsor, sont inacceptables.

Dans le tableau 3.2.1 de la partie 3.2, les concentrations atmosphériques des composés ciblés dans l'Étude sur la qualité de l'air de Windsor ont été comparées aux critères de qualité de l'air du Ministère. Cette comparaison a révélé que les concentrations moyennes et maximales mesurées dans le bassin atmosphérique étaient en général de beaucoup inférieures aux critères du Ministère. La seule exception était le B(a)P.

Risques de cancer par inhalation

Les degrés de risque présentés aux figures 3.7.1 et 3.7.2 ont été élaborés à partir des expositions aux concentrations de polluants mesurées dans la région de Windsor et de l'échelle des risques proposée par les organismes les plus importants. Le **bas** de l'échelle des risques correspond à la concentration moyenne mesurée et au facteur de risque le moins modéré; le **haut** de l'échelle correspond au 90e percentile des concentrations mesurées et au facteur de risque le plus modéré. Le haut de l'échelle des risques représente ainsi l'estimation la plus prudente.

Figure 3.7.1 : Degré de risque lié aux principaux polluants - qualité de l'air extérieur

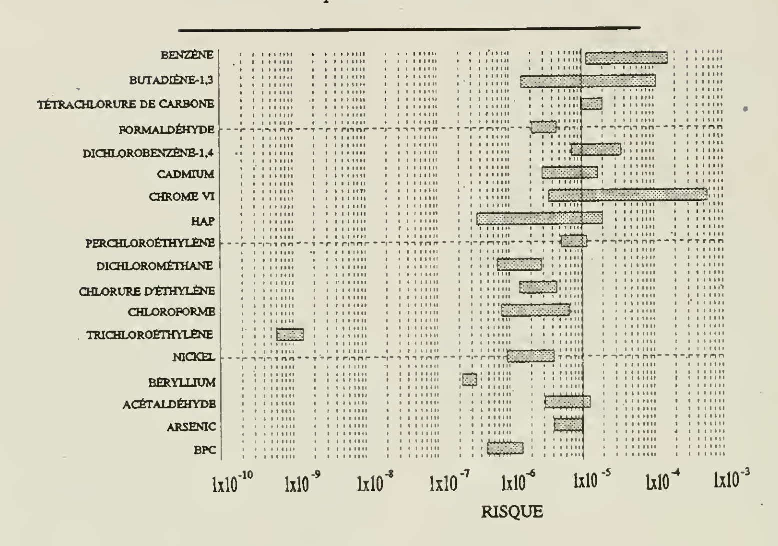
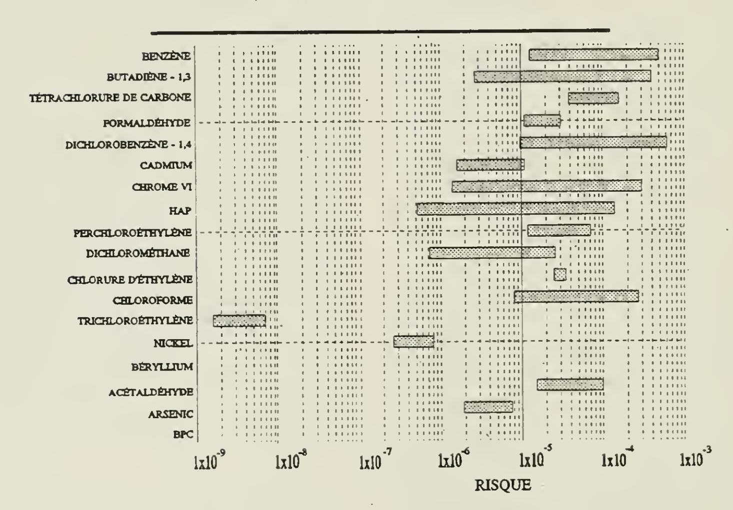


Figure 3.7.2 : Degré de risque lié aux principaux polluants - exposition humaine type (environnements intérieurs)



Produits chimiques préoccupants

Pour définir les produits chimiques qui sont source d'inquiétude, les risques de cancer par inhalation peuvent être interprétés de deux manières.

Dans la méthode la plus prudente, on identifie toutes les substances pour lesquelles le **haut** de l'échelle des risques dépasse le niveau de risque de 1 x 10^{-5}. Dans un ordre de risques approximativement dégressif, ces substances se présentent comme suit :

- Qualité de l'air extérieur : chrome(VI), benzène, butadiène-1,3, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP qui comprennent le benzo(a)pyrène (B-a-P)), le tétrachlorure de carbone, le cadmium, l'acétaldéhyde, le perchloroéthylène et le dichlorobenzène[1] (cf. figure 3.7.1).

- Exposition courante à l'extérieur : chrome(VI), benzène et butadiène-1,3.

- Expositions personnelles types pour les non-fumeurs : butadiène-1,3, benzène, chrome(VI), chloroforme, tétrachlorure de carbone, HAP, acétaldéhyde, perchloroéthylène, dichlorure d'éthylène, formaldéhyde, chlorure de méthylène, cadmium et dichlorobenzène-1,4 (cf. figure 3.7.2).

[1] Figure en dernière position sur la liste en raison de la nature provisoire des estimations des risques pour cette substance. La classification du dichlorobenzène-1,4 comme carcinogène a été récemment supprimée par l'EPA américaine de la base de données Integrated Risk Information System (IRIS), et les risques associés au cancer calculés n'ont donc peut-être aucune portée.

Quant à la deuxième méthode, visant à identifier les substances qui présentent les risques les plus élevés, elle ne vise que ces substances, où une tranche majeure de l'échelle dépasse le niveau de risque de 1 x 10^{-5}. Cette approche est probablement plus sensée du fait que des hypothèses prudentes sont déjà intégrées tant dans les mesures d'exposition que dans les facteurs de risques proposés par les organismes de réglementation. À partir de cette interprétation, les substances inquiétantes comprennent :

- Qualité de l'air extérieur : chrome(VI), benzène, butadiène-1,3 (cf. figure 3.7.1).

- Exposition courante à l'extérieur : aucune substance identifiée.

- Expositions personnelles types pour les non-fumeurs : butadiène-1,3, benzène, chrome(VI), chloroforme, tétrachlorure de carbone, HAP, acétaldéhyde, perchloroéthylène, chlorure d'éthylène, formaldéhyde, dichlorométhane, cadmium et dichlorobenzène-1,4 (cf. figure 3.7.2).

Risques par inhalation autres que le cancer

La plupart des effets chroniques (ex. : effets sur le foie, sur les reins) sont généralement liés à des concentrations de polluants plus élevées que pour les incidences de cancer. Pour assurer une protection contre de tels effets sur la santé, les organismes de réglementation ont fixé des taux d'exposition acceptables.

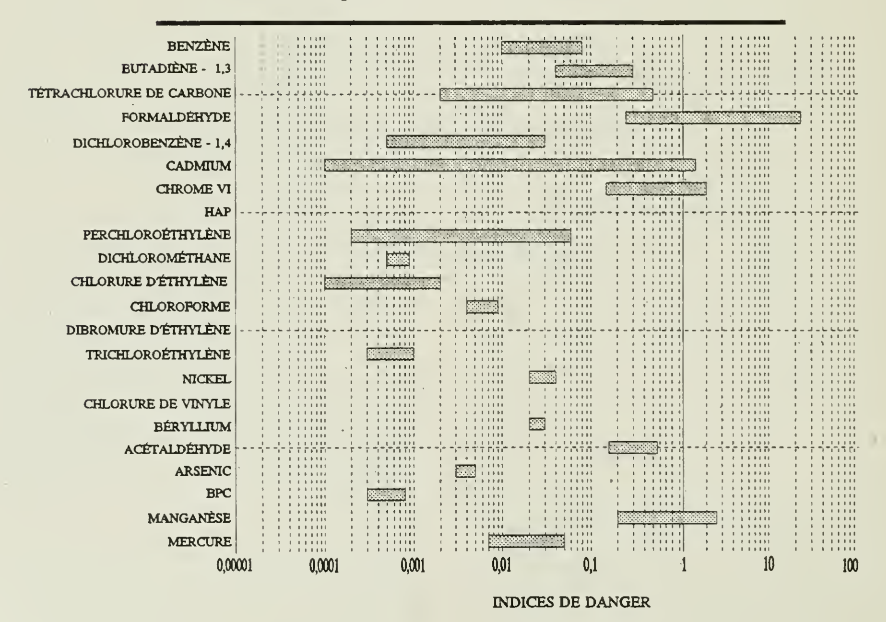
Ces risques ont été évalués quantitativement à l'aide d'un indice des risques latents, qui correspond au ratio de la concentration d'exposition d'un certain polluant dans l'air par rapport au niveau acceptable

d'exposition. Les valeurs supérieures à un indiquent une possibilité d'effets à long terme non liés au cancer.

Selon l'indice des risques latents, les substances suivantes présentent des risques potentiels :

- Qualité de l'air extérieur : formaldéhyde, chrome(VI), manganèse et cadmium (cf. figure 3.7.3).
- Exposition courante à l'extérieur : formaldéhyde.
- Expositions personnelles types pour les non-fumeurs : formaldéhyde, acétaldéhyde, tétrachlorure de carbone, butadiène-1,3 et chrome(VI).

Figure 3.7.3 : Indices de danger chronique des principaux polluants - qualité de l'air extérieur



Risques pour la santé par d'autres voies d'exposition

Les êtres humains sont également exposés à des substances chimiques par l'ingestion de l'eau et des aliments, ainsi que par l'absorption percutanée.

L'ingestion a été définie comme une voie majeure d'exposition (en absorption totale et non en risques pour la santé) au formaldéhyde, au cadmium, au chrome(VI), aux dioxines et aux furannes, ainsi qu'au mercure. Les HAP peuvent aggraver, mais très légèrement, les risques pour la santé par la voie de l'ingestion. Quoique la voie de l'inhalation était dominante pour le butadiène-1,3, le tétrachlorure de carbone et le dichlorobenzène-1,4, l'ingestion ou l'absorption percutanée contribuent également à l'exposition. Une analyse limitée a révélé que les voies de l'ingestion et de l'absorption percutanée étaient mineures pour le benzène, le cadmium, le chrome et le formaldéhyde pour les raisons suivantes :

- ces substances n'ont pas d'effet cancérogène par ces voies d'exposition;
- l'exposition par ces voies est de beaucoup inférieure à l'inhalation, ce qui rend le risque de cancer négligeable;
- l'exposition par ces voies est inférieure à la dose orale de référence, une limite établie pour les risques généraux associés au cancer.

Selon les données de surveillance existantes pour les dioxines et les furannes, la somme des expositions par toutes les voies est de moins de 25 p. 100 de l'absorption quotidienne tolérable; la possibilité d'effets à long terme sur la santé causés par ces composés est donc jugée improbable. Dans le cas du mercure, les expositions par inhalation et par ingestion se chiffrent respectivement à moins de 10 p. 100 et à environ 50 p. 100 des limites d'exposition chronique acceptables. Ceci laisse entendre que les risques à long terme pour la santé sont improbables à Windsor dans le cas du mercure.

Il serait bon de noter qu'en plus des risques de cancer et des autres risques pour la santé liés à l'exposition aux polluants, certaines substances sont persistantes ou bioaccumulatrices et posent des risques à long terme pour la santé et l'environnement. Le chrome(VI), les HAP, le dichlorobenzène-1,4, le tétrachlorure de carbone, le cadmium, les dioxines et les furannes, ainsi que le mercure figurent au nombre de ces substances. En raison de leur persistance dans l'atmosphère et dans les autres milieux, et de leur bioaccumulation dans la chaîne alimentaire, des efforts devraient être déployés pour réduire leur rejet dans l'environnement, de sorte que les risques d'exposition ne s'amplifient pas au cours des ans.

Expositions courantes à l'intérieur et à l'extérieur

Les « expositions personnelles types », où dominent les environnements intérieurs (c.-à-d. la maison et le bureau) sont supérieures aux expositions associées à la « qualité de l'air extérieur ». Les environnements des trajets quotidiens et ceux qui sont touchés par la fumée du tabac sont ceux qui causent les taux d'exposition les plus élevés dans les scénarios d'« exposition personnelle type » qui ont été évalués. La somme des risques de chaque composé associé aux expositions personnelles types est plus élevée que la somme des risques associés à la qualité de l'air extérieur, soit $1,3 \times 10^{-4}$ - $2,2 \times 10^{-3}$ par rapport à $5,0 \times 10^{-5}$ - $9,4 \times 10^{-4}$.

Usage du tabac

L'absorption directe de la fumée du tabac augmente fortement l'exposition à plusieurs substances qui étaient ciblées comme des polluants atmosphériques toxiques dans cette étude. Dans plusieurs cas, l'absorption quotidienne de benzène, de butadiène-1,3, de formaldéhyde, de cadmium, de chrome, de HAP, ainsi que de dioxines et de furannes par un fumeur était de beaucoup supérieure à l'absorption mesurée dans tous les autres scénarios d'exposition par inhalation.

Comparaison des risques

Les risques associés aux expositions personnelles types sont généralement plus élevés que ceux qui sont associés à l'exposition à l'air extérieur.

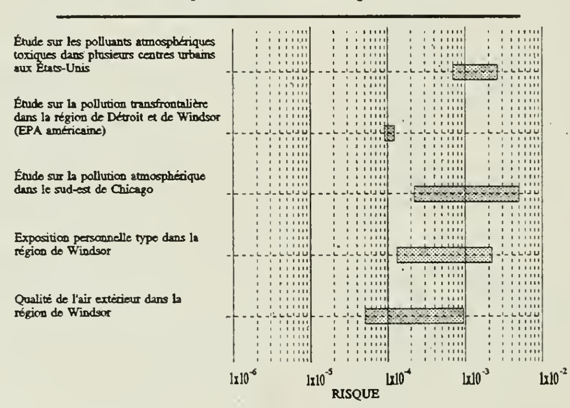
Voici quelques exemples de degrés de risque liés à certaines activités courantes :

- Respiration de l'air extérieur à Windsor (incidences combinées des substances atmosphériques toxiques) 5×10^{-5} - $9,4 \times 10^{-4}$
- Risque de cancer pour le fumeur (1 paquet par jour) 1×10^{-2}
- Taux de cancer le plus fréquent $3,3 \times 10^{-1}$

En outre, les risques de cancer liés à l'incidence combinée des substances atmosphériques toxiques ont été estimés et comparés aux résultats d'autres études de bassins atmosphériques urbains (ex. : étude de la partie sud-est de Chicago, étude transfrontalière de l'EPA dans la région de Windsor-Détroit), et d'autres études de substances atmosphériques toxiques urbaines aux États-Unis.

L'échelle des risques cumulatifs de tous les polluants liés à la qualité de l'air extérieur à Windsor se situe entre 5×10^{-5} et $9,4 \times 10^{-4}$. L'échelle globale des risques établie pour d'autres régions urbaines se situe entre 9×10^{-5} et 5×10^{-3}, chevauchant et dépassant l'échelle des risques à Windsor (voir la figure 3.7.4). Aucune donnée canadienne n'existe aux fins de cette comparaison.

Figure 3.7.4 : Risque global lié à la qualité de l'air extérieur à Windsor - Comparaisons avec d'autres régions urbaines



Références

1. *Emission Inventory for the Windsor/Detroit Airshed,* Simon S. K. Wong et Peter S. C. Wong, Direction de la surveillance environnementale, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.

2. *Ambient Air Monitoring Activities,* P. Steer, Direction de la surveillance environnementale, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.

3. *TAGA 6000 Survey Results,* Andy C. Ng et Nicholas S. Karellas, Direction de la surveillance environnementale, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.

4. *Personal Exposure Survey Results,* Ronald W. Bell, R. E. Chapman, B. D. Kruschel et M. J. Spencer, Direction des sciences et de la technologie, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.

5. *Soil and Garden Produce Survey Results,* William I. Gizyn, Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.

6. *Mathematical Modelling and Source Apportionment,* R. Bloxam, H. Sahota, S. Davies et G. Minichini, Direction des sciences et de la technologie, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.

7. *Health Effects Assessment,* A. Szakolcai et R. Weiler, Direction de l'élaboration des normes, ministère de l'Environnement et de l'Énergie, automne 1994.